

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 4 月 29 日 (29.04.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/035709 A1

- (51) 国際特許分類: C09K 11/06, H05B 33/14
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013186
- (22) 国際出願日: 2003 年 10 月 15 日 (15.10.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-305375  
2002 年 10 月 21 日 (21.10.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 出光興産株式会社 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8321 東京都千代田区丸の内三丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 富田 誠司 (TOMITA, Seiji) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉 1 2 8 0 番地 Chiba (JP). 岩隈 俊裕 (IWAKUMA, Toshihiro) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉 1 2 8 0 番地 Chiba (JP). 荒金 崇士 (ARAKANE, Takashi) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉 1 2 8 0 番地 Chiba (JP). 安田 浩也 (YASUDA, Hiroya) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉 1 2 8 0 番地 Chiba (JP). 細川 地潮 (HOSOKAWA, Chishio) [JP/JP]; 〒299-0205 千葉県袖ケ浦市上泉 1 2 8 0 番地 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 大谷 保, 外 (OHTANI, Tamotsu et al.); 〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目 2 5 番 2 号 ブリヂストン虎ノ門ビル 6 階 大谷特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, IN, JP, KR, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: MATERIAL FOR ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT, AND ORGANIC ELECTROLUMINESCENCE ELEMENT USING THE SAME

(54) 発明の名称: 有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) Abstract: A material for an organic electroluminescence (EL) element comprising a compound having a specific nitrogen-containing condensed ring structure; and an organic EL element which comprises a cathode, an anode and, sandwiched between them, one or more of organic thin film layers, wherein at least one organic thin layer is an organic EL layer containing the above material for an organic EL element. The material for an organic EL element can provide an organic EL element being capable of achieving high luminous efficiency with a low electric voltage.

(57) 要約: 特定構造の含窒素縮合環構造を有する化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス (EL) 素子用材料、及び、陰極と陽極間に一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機 EL 素子において、該有機薄膜層の少なくとも 1 層が、前記有機 EL 素子用材料を含有する有機 EL 素子であり、低電圧で発光効率が高い有機 EL 素子を提供可能な有機 EL 素子用材料及びそれを用いた有機 EL 素子を提供する。

## 明 細 書

有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子

### 技術分野

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス素子用材料及びそれを用いた有機エレクトロルミネッセンス素子（有機EL素子）に関し、特に、低電圧で発光効率が高く、青色発光する有機EL素子用材料及び有機EL素子に関するものである。

### 背景技術

有機物質を使用した有機EL素子は、固体発光型の安価な大面積フルカラー表示素子としての用途が有望視され、多くの開発が行われている。一般に、有機EL素子は、発光層及び該層を挟んだ一対の対向電極から構成されている。

有機EL素子の発光は、両電極間に電界が印加されると、陰極側から電子が注入され、陽極側から正孔が注入され、電子が発光層において正孔と再結合し、励起状態を生成し、励起状態が基底状態に戻る際にエネルギーを光として放出する現象である。

発光材料としてはトリス（8-キノリノラート）アルミニウム錯体等のキレート錯体、クマリン誘導体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ビススチリルアリーレン誘導体、オキサジアゾール誘導体等の発光材料が知られており、それらからは青色から赤色までの可視領域の発光が得られることが報告されており、カラー表示素子の実現が期待されている（例えば、特開平8-239655号公報、特開平7-138561号公報及び特開平3-200289号公報等）。

最近では、有機EL素子ディスプレイの実用化が開始されているものの、フル

カラー表示素子は開発途中である。特に、発光効率が高く、長寿命の有機EL素子が求められている。

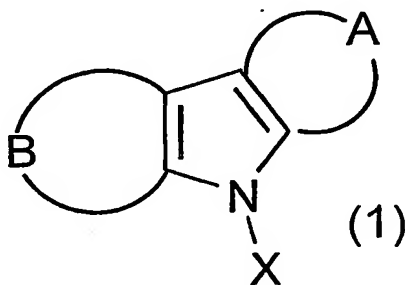
これらを解決しようとするものとして、例えば、特開2002-100476号公報には、発光層に燐光発光性化合物を含有し、電子輸送材としてアゾール化合物を用いた素子が開示されているが、発光効率、輝度、寿命等の特性までは言及されておらず、実用性能があるかどうか不明であった。

### 発明の開示

本発明は、前記の課題を解決するためになされたもので、発光効率の高い有機EL素子用材料及びそれを利用した有機EL素子を提供することを目的とする。

本発明者らは、前記課題を解決するために鋭意検討した結果、特定構造の含窒素縮合環構造を有する化合物を有機EL素子用材料として用いることにより、低電圧で発光効率の高い有機EL素子が得られることを見出し本発明を解決するに至った。

すなわち、本発明は、下記一般式(1)で表される化合物からなる有機EL素子用材料を提供するものである。



(式中、Aは、炭素数3～6のアルキレン基、又は少なくとも1個以上の2級もしくは3級の窒素原子を含む炭素数2～5のアミノアルキレン基を表し、Aにより形成される環状構造を構成する炭素原子及び窒素原子は、それぞれ置換されていてもよい。

Bは、3種類の原子（炭素，水素，窒素）又は2種類の原子（炭素，水素）からなる共役した不飽和鎖を表し、Bにより形成される環状構造を構成する炭素原子は置換されていてもよい。

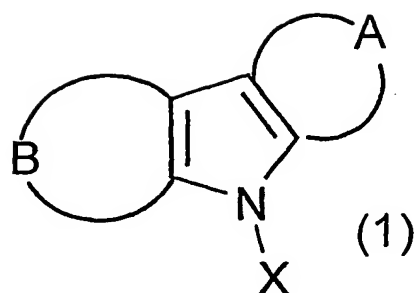
Xは、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。Lは、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリーレン基、2価以上の置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキレン基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキレン基である。Yは、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基である。）

また、本発明は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を有する一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記有機EL素子用材料を含有する有機EL素子を提供するものである。前期有機薄膜層のうち、発光層、電子輸送層、又は正孔輸送層が前記有機EL素子用材料を含有していると好ましい。

発明を実施するための最良の形態

本発明の有機EL素子用材料は、下記一般式（1）で表される化合物からなる

。



一般式(1)において、Aは、炭素数3～6のアルキレン基、又は少なくとも1個以上の2級もしくは3級の窒素原子を含む炭素数2～5のアミノアルキレン基を表し、Aにより形成される環状構造を構成する炭素原子及び窒素原子は、それぞれ置換されていてもよい。

前記アルキレン基としては、プロピレン基、ブチレン基、ペンチレン基、ヘキシレン基等が挙げられる。

前記アミノアルキレン基としては、 $-N-C-C-$ 、 $-C-N-C-$ 、 $-N-C-C-C-$ 、 $-C-N-C-C-$ 、 $-N-C-C-C-C-$ 、 $-C-N-C-C-C-$ 、 $-C-C-N-C-C-$ 、 $-N-C-C-C-C-C-$ 、 $-C-N-C-C-C-C-$ 、 $-C-C-N-C-C-C-$ 骨格を有するもの等が挙げられる。

また、Aにより形成される環状構造を構成する炭素原子及び窒素原子の置換基としては、それぞれ、ハロゲン原子（フッ素、塩素、臭素等）、シアノ基、シリル基、アミノ基、アリール基、アリールオキシ基、複素環基、アルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、又はシクロアルキル基等が挙げられる。

一般式(1)において、Bは、3種類の原子（炭素、水素、窒素）又は2種類の原子（炭素、水素）からなる共役した不飽和鎖を表し、Bにより形成される環状構造を構成する炭素原子は置換されていてもよい。

Bにより形成される環状構造を構成する炭素原子の置換基としては、ハロゲン原子（フッ素、塩素、臭素等）、シアノ基、シリル基、アミノ基、アリール基、

アリールオキシ基、複素環基、アルキル基、アルコキシ基、アラルキル基、又はシクロアルキル基等が挙げられる。

一般式(1)において、Xは、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。

Lは、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリーレン基、2価以上の置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキレン基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキレン基である。

Yは、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基である。

前記Lのアリール基の例としては、フェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-t-ブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4-

’-メチルビフェニルイル基、4”-t-ブチル-p-ターフェニル-4-イル基、フルオレニル基、パーフルオロアリール基、1, 1’; 3’, 1’’-ターフェニル-5’-イル基、1, 1’; 3’, 1’’-ターフェニル-2’-イル基、1, 1’; 3’, 1’’-ターフェニル-4’-イル基等が挙げられる。

前記Lの複素環基の例としては、ピロール、ピリジン、ピリミジン、ピラジン、トリアジン、アジリジン、アザインドリジン、インドリジン、イミダゾール、インドール、イソインドール、インダゾール、プリン、プテリジン、 $\beta$ -カルボリン等が挙げられる。

前記Lのアルキル基の例としては、メチル基、トリフルオロメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、n-ブチル基、s-ブチル基、イソブチル基、t-ブチル基、n-ペンチル基、n-ヘキシル基、n-ヘプチル基、n-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、ブロモメチル基、1-ブロモエチル基、2-ブロモエチル基、2-ブロモイソブチル基、1, 2-ジブロモエチル基、1, 3-ジブロモイソプロピル基、2, 3-ジブロモ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリブロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-t-ブチル基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-t-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-

シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

前記Lのシクロアルキル基の例としては、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、4-メチルシクロヘキシル、アダマンチル基、ノルボルニル基等が挙げられる。

前記Lのアリーレン基の例としては、前記アリール基の例を2価基にしたものが挙げられる。

前記Lの2価以上の置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基としては、前記複素環基の例を2価以上の基にしたものが挙げられる。

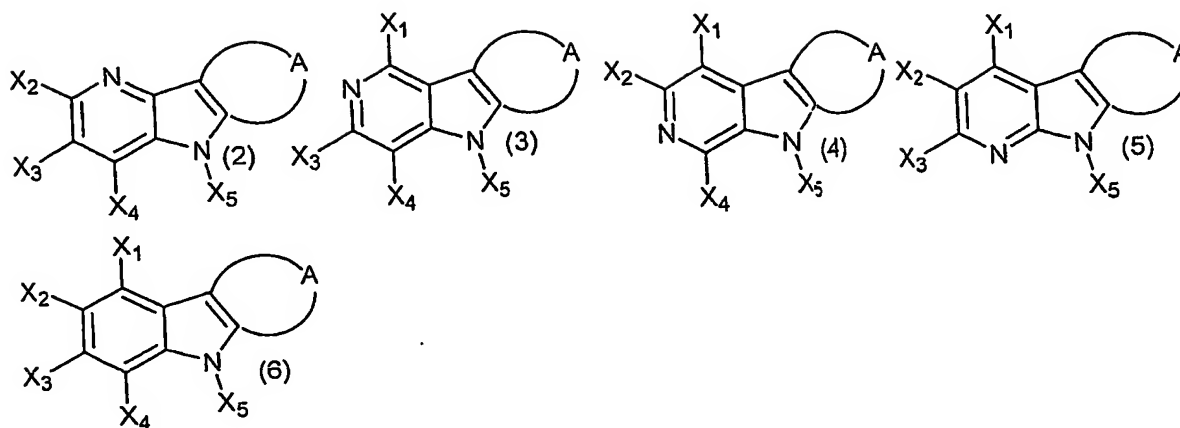
前記Lのアルキレン基としては、前記アルキル基の例を2価基にしたものが挙げられる。

前記Lのシクロアルキレン基としては、前記シクロアルキル基の例を2価基にしたものが挙げられる。

Yの示すアリール基、複素環基、アルキル基及びシクロアルキル基の例としては、前記Lで挙げたものと同様のものが挙げられる。

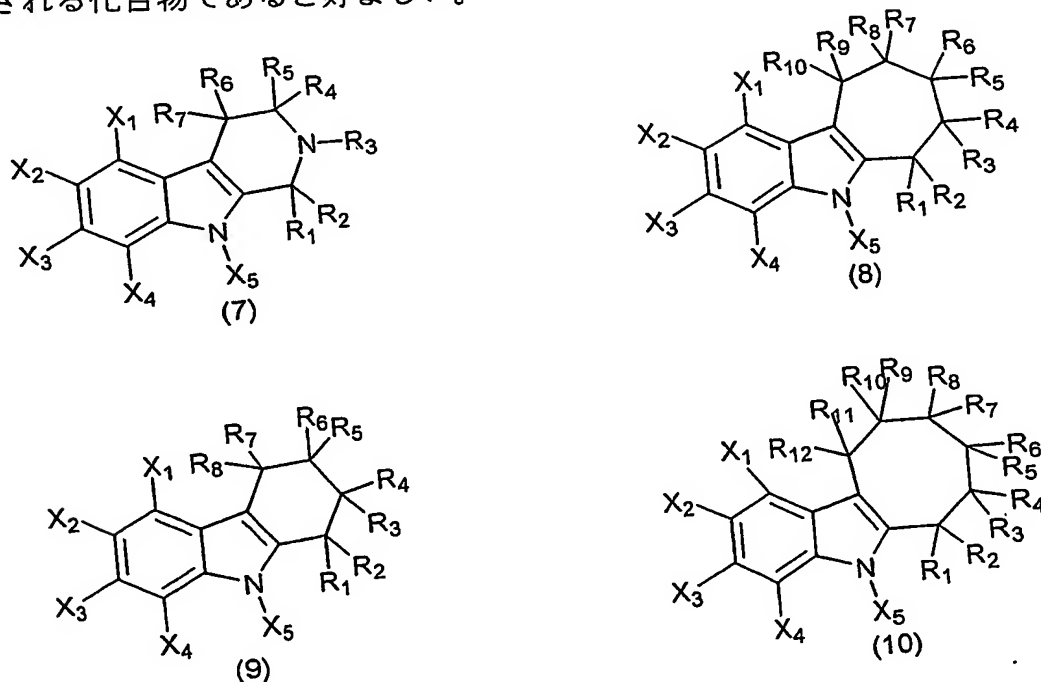
前記一般式(1)で表される化合物は、下記一般式(2)～(6)のいずれかで表される化合物であると好ましい。





Aは、前記と同様である。 $X_1 \sim X_5$ は、それぞれ独立に、水素原子（ただし $X_5$ は水素原子でない）、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。L及びYは、それぞれ前記と同様である。

前記一般式(6)で表される化合物は、下記一般式(7)～(10)のいずれかで表される化合物であると好ましい。



$X_1 \sim X_5$ は、それぞれ独立に、水素原子（ただし $X_5$ は水素原子でない）、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。L及びYは、それぞれ前記と同様である。

$R_1 \sim R_{12}$ は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、シアノ基、シリル基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基である。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ のハロゲン原子の例としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素等が挙げられる。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ のアリール基の例としては、前記Lで挙げたものと同様のものが挙げられる。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ のアリールオキシ基は、 $-OZ$ と表され、Zの例としてはフェニル基、1-ナフチル基、2-ナフチル基、1-アントリル基、2-アントリル基、9-アントリル基、1-フェナントリル基、2-フェナントリル基、3-フェナントリル基、4-フェナントリル基、9-フェナントリル基、1-ナフタセニル基、2-ナフタセニル基、9-ナフタセニル基、1-ピレニル基、2-ピレニル基、4-ピレニル基、2-ビフェニルイル基、3-ビフェニルイル基、4-ビフェニルイル基、p-ターフェニル-4-イル基、p-ターフェニル-3-イル基、p-ターフェニル-2-イル基、m-ターフェニル-4-イル基、m-ターフェニル-3-イル基、m-ターフェニル-2-イル基、o-トリル基、m-トリル基、p-トリル基、p-terブチルフェニル基、p-(2-フェニルプロピル)フェニル基、3-メチル-2-ナフチル基、4-メチル-1-ナフチル基、4-メチル-1-アントリル基、4'-メチルビフェニルイル基、4''-terブチル-p-ターフェニル-4-イル基、2-ピロリル基、3-ピロリル基、ピラジニル基、2-ピリジニル基、3-ピリジニル基、4-ピリジニル基、2-インドリル基、3-インドリル基、4-インドリル基、5-インドリル基、6-イ

ンドリル基、7-インドリル基、1-イソインドリル基、3-イソインドリル基、4-イソインドリル基、5-イソインドリル基、6-イソインドリル基、7-イソインドリル基、2-フリル基、3-フリル基、2-ベンゾフラニル基、3-ベンゾフラニル基、4-ベンゾフラニル基、5-ベンゾフラニル基、6-ベンゾフラニル基、7-ベンゾフラニル基、1-イソベンゾフラニル基、3-イソベンゾフラニル基、4-イソベンゾフラニル基、5-イソベンゾフラニル基、6-イソベンゾフラニル基、7-イソベンゾフラニル基、2-キノリル基、3-キノリル基、4-キノリル基、5-キノリル基、6-キノリル基、7-キノリル基、8-キノリル基、1-イソキノリル基、3-イソキノリル基、4-イソキノリル基、5-イソキノリル基、6-イソキノリル基、7-イソキノリル基、8-イソキノリル基、2-キノキサリニル基、5-キノキサリニル基、6-キノキサリニル基、1-カルバゾリル基、2-カルバゾリル基、3-カルバゾリル基、4-カルバゾリル基、1-フェナンスリジニル基、2-フェナンスリジニル基、3-フェナンスリジニル基、4-フェナンスリジニル基、6-フェナンスリジニル基、7-フェナンスリジニル基、8-フェナンスリジニル基、9-フェナンスリジニル基、10-フェナンスリジニル基、1-アクリジニル基、2-アクリジニル基、3-アクリジニル基、4-アクリジニル基、9-アクリジニル基、1, 7-フェナンスロリン-2-イル基、1, 7-フェナンスロリン-3-イル基、1, 7-フェナンスロリン-4-イル基、1, 7-フェナンスロリン-5-イル基、1, 7-フェナンスロリン-6-イル基、1, 7-フェナンスロリン-8-イル基、1, 7-フェナンスロリン-9-イル基、1, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1, 8-フェナンスロリン-2-イル基、1, 8-フェナンスロリン-3-イル基、1, 8-フェナンスロリン-4-イル基、1, 8-フェナンスロリン-5-イル基、1, 8-フェナンスロリン-6-イル基、1, 8-フェナンスロリン-7-イル基、1, 8-フェナンスロリン-9-イル基、1, 8-フェナンスロリン-10-イル基、1, 9-フェナンスロリン-2-イル基、1, 9-フ

エナンスロリン-3-イル基、1, 9-フェナンスロリン-4-イル基、1, 9-フェナンスロリン-5-イル基、1, 9-フェナンスロリン-6-イル基、1, 9-フェナンスロリン-7-イル基、1, 9-フェナンスロリン-8-イル基、1, 9-フェナンスロリン-10-イル基、1, 10-フェナンスロリン-2-イル基、1, 10-フェナンスロリン-3-イル基、1, 10-フェナンスロリン-4-イル基、1, 10-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-1-イル基、2, 9-フェナンスロリン-3-イル基、2, 9-フェナンスロリン-4-イル基、2, 9-フェナンスロリン-5-イル基、2, 9-フェナンスロリン-6-イル基、2, 9-フェナンスロリン-7-イル基、2, 9-フェナンスロリン-8-イル基、2, 9-フェナンスロリン-10-イル基、2, 8-フェナンスロリン-1-イル基、2, 8-フェナンスロリン-3-イル基、2, 8-フェナンスロリン-4-イル基、2, 8-フェナンスロリン-5-イル基、2, 8-フェナンスロリン-6-イル基、2, 8-フェナンスロリン-7-イル基、2, 8-フェナンスロリン-9-イル基、2, 8-フェナンスロリン-10-イル基、2, 7-フェナンスロリン-1-イル基、2, 7-フェナンスロリン-3-イル基、2, 7-フェナンスロリン-4-イル基、2, 7-フェナンスロリン-5-イル基、2, 7-フェナンスロリン-6-イル基、2, 7-フェナンスロリン-8-イル基、2, 7-フェナンスロリン-9-イル基、2, 7-フェナンスロリン-10-イル基、1-フェナジニル基、2-フェナジニル基、1-フェノチアジニル基、2-フェノチアジニル基、3-フェノチアジニル基、4-フェノチアジニル基、1-フェノキサジニル基、2-フェノキサジニル基、3-フェノキサジニル基、4-フェノキサジニル基、2-オキサゾリル基、4-オキサゾリル基、5-オキサゾリル基、2-オキサジアゾリル基、5-オキサジアゾリル基、3-フラザニル基、2-チエニル基、3-チエニル基、2-メチルピロール-1-イル基、2-メチルピロール-3-イル基、2-メチルピロール-4-イル基、2-メチルピロール-5-イル基、3-メチルピロール

ー1-イル基、3-メチルピロールー2-イル基、3-メチルピロールー4-イル基、3-メチルピロールー5-イル基、2-ト-ブチルピロールー4-イル基、3-(2-フェニルプロピル)ピロールー1-イル基、2-メチルー1-インドリル基、4-メチルー1-インドリル基、2-メチルー3-インドリル基、4-メチルー3-インドリル基、2-ト-ブチル1-インドリル基、4-ト-ブチル1-インドリル基、2-ト-ブチル3-インドリル基、4-ト-ブチル3-インドリル基等が挙げられる。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ の複素環基の例としては、前記Lで挙げたものと同様のものが挙げられる。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ のアルキル基の例としては、前記Lで挙げたものと同様のものが挙げられる。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ のアルコキシ基は、 $-OY^1$ で表される基であり、 $Y^1$ の例としては、メチル基、トリフルオロメチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、*n*-ブチル基、*s*-ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、*n*-ペンチル基、*n*-ヘキシル基、*n*-ヘプチル基、*n*-オクチル基、ヒドロキシメチル基、1-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシエチル基、2-ヒドロキシイソブチル基、1, 2-ジヒドロキシエチル基、1, 3-ジヒドロキシイソプロピル基、2, 3-ジヒドロキシ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリヒドロキシプロピル基、クロロメチル基、1-クロロエチル基、2-クロロエチル基、2-クロロイソブチル基、1, 2-ジクロロエチル基、1, 3-ジクロロイソプロピル基、2, 3-ジクロロ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリクロロプロピル基、プロモメチル基、1-プロモエチル基、2-プロモエチル基、2-プロモイソブチル基、1, 2-ジプロモエチル基、1, 3-ジプロモイソプロピル基、2, 3-ジプロモ-*t*-ブチル基、1, 2, 3-トリプロモプロピル基、ヨードメチル基、1-ヨードエチル基、2-ヨードエチル基、2-ヨードイソブチル基、1, 2-ジヨードエチル基、1, 3-ジヨードイソプロピル基、2, 3-ジヨード-*t*-ブチル

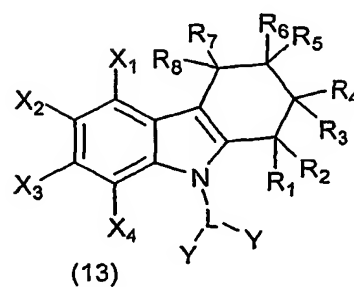
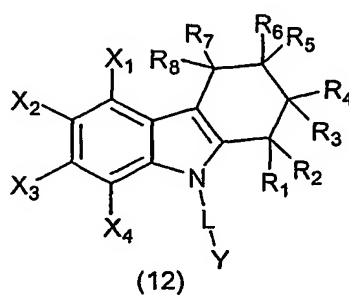
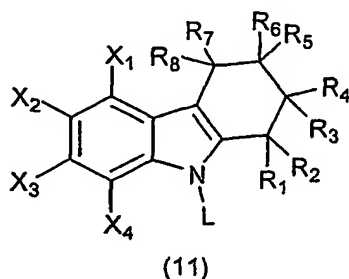
基、1, 2, 3-トリヨードプロピル基、アミノメチル基、1-アミノエチル基、2-アミノエチル基、2-アミノイソブチル基、1, 2-ジアミノエチル基、1, 3-ジアミノイソプロピル基、2, 3-ジアミノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリアミノプロピル基、シアノメチル基、1-シアノエチル基、2-シアノエチル基、2-シアノイソブチル基、1, 2-ジシアノエチル基、1, 3-ジシアノイソプロピル基、2, 3-ジシアノ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリシアノプロピル基、ニトロメチル基、1-ニトロエチル基、2-ニトロエチル基、2-ニトロイソブチル基、1, 2-ジニトロエチル基、1, 3-ジニトロイソプロピル基、2, 3-ジニトロ-*tert*-ブチル基、1, 2, 3-トリニトロプロピル基等が挙げられる。

前記R<sub>1</sub> ~ R<sub>12</sub>のアラルキル基の例としては、ベンジル基、1-フェニルエチル基、2-フェニルエチル基、1-フェニルイソプロピル基、2-フェニルイソプロピル基、フェニル-*tert*-ブチル基、 $\alpha$ -ナフチルメチル基、1- $\alpha$ -ナフチルエチル基、2- $\alpha$ -ナフチルエチル基、1- $\alpha$ -ナフチルイソプロピル基、2- $\alpha$ -ナフチルイソプロピル基、 $\beta$ -ナフチルメチル基、1- $\beta$ -ナフチルエチル基、2- $\beta$ -ナフチルエチル基、1- $\beta$ -ナフチルイソプロピル基、2- $\beta$ -ナフチルイソプロピル基、1-ピロリルメチル基、2-(1-ピロリル)エチル基、*p*-メチルベンジル基、*m*-メチルベンジル基、*o*-メチルベンジル基、*p*-クロロベンジル基、*m*-クロロベンジル基、*o*-クロロベンジル基、*p*-ブロモベンジル基、*m*-ブロモベンジル基、*o*-ブロモベンジル基、*p*-ヨードベンジル基、*m*-ヨードベンジル基、*o*-ヨードベンジル基、*p*-ヒドロキシベンジル基、*m*-ヒドロキシベンジル基、*o*-ヒドロキシベンジル基、*p*-アミノベンジル基、*m*-アミノベンジル基、*o*-アミノベンジル基、*p*-ニトロベンジル基、*m*-ニトロベンジル基、*o*-ニトロベンジル基、*p*-シアノベンジル基、*m*-シアノベンジル基、*o*-シアノベンジル基、1-ヒドロキシ-2-フェニルイソプロピル基、1-クロロ-2-フェニルイソプロピル基、トリチル基等が挙げら

れる。

前記 $R_1 \sim R_{12}$ のシクロアルキル基の例としては、前記Lで挙げたものと同様のものが挙げられる。

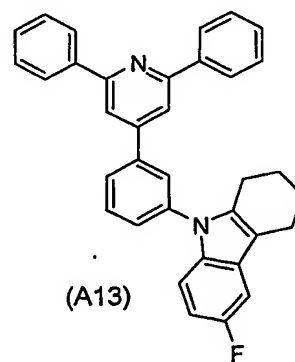
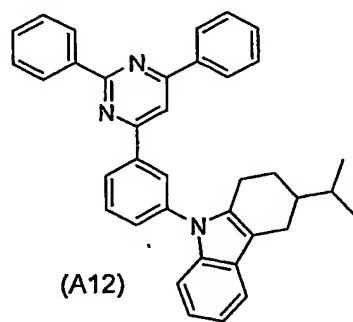
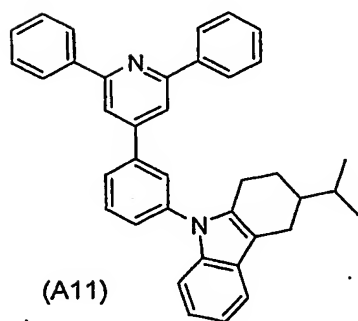
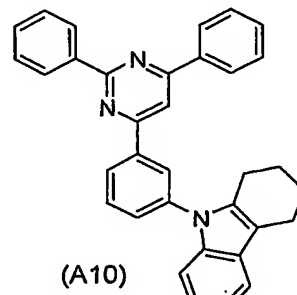
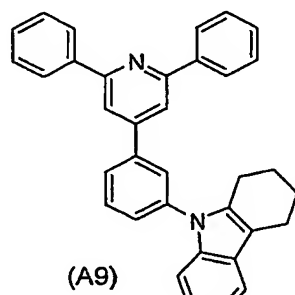
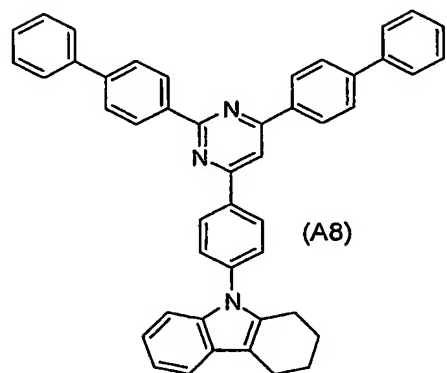
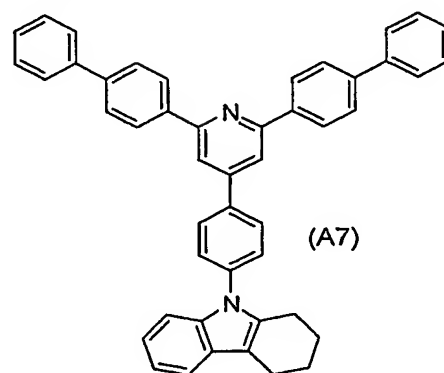
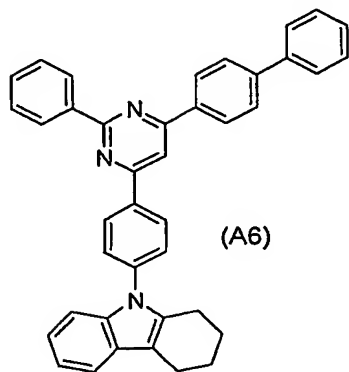
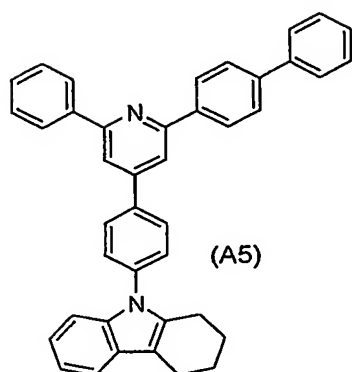
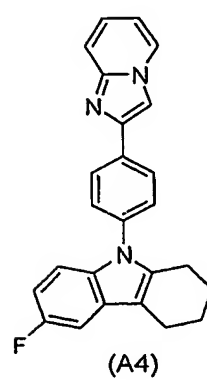
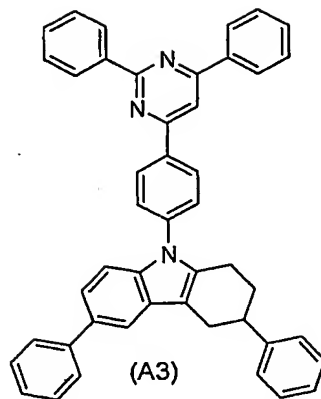
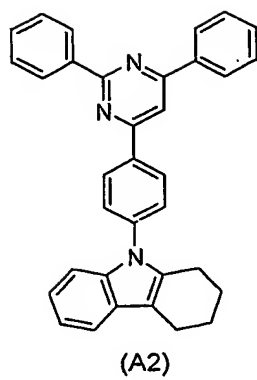
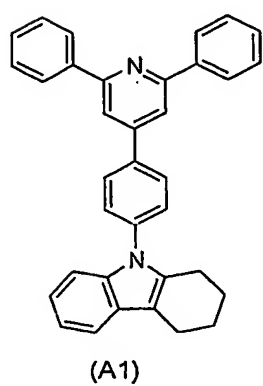
前記一般式(9)で表される化合物は、下記一般式(11)～(13)のいずれかで表される化合物であると好ましい。



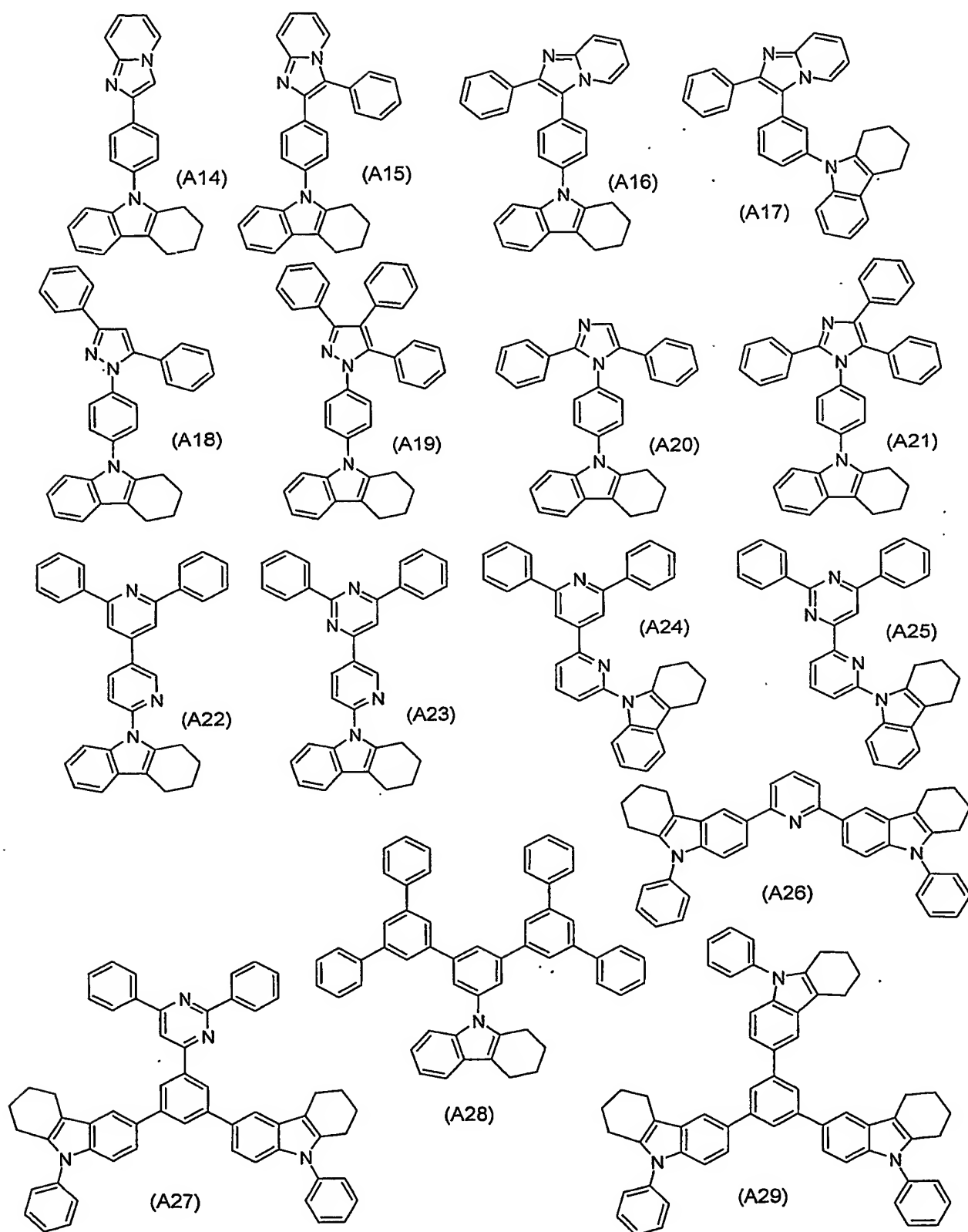
$X_1 \sim X_4$ は、それぞれ独立に、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。L及びYは、それぞれ前記と同様である。

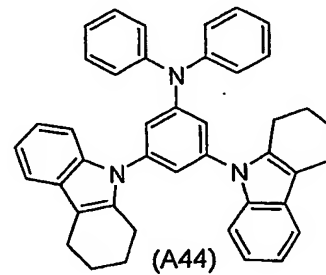
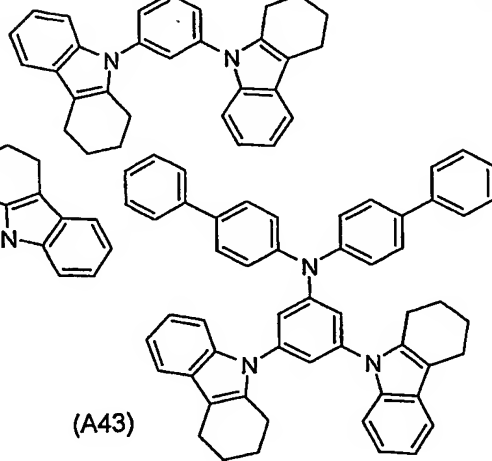
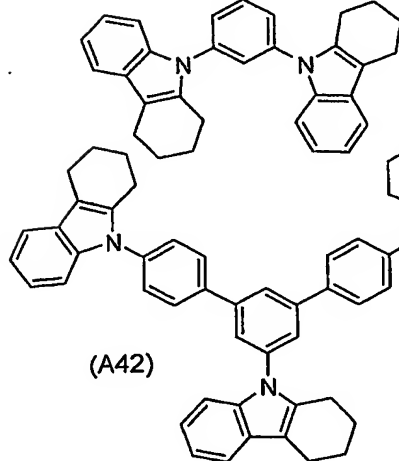
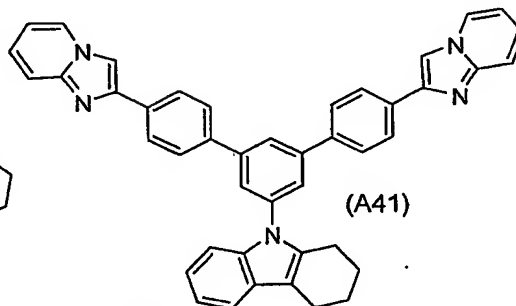
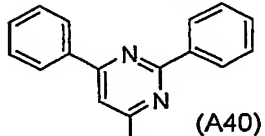
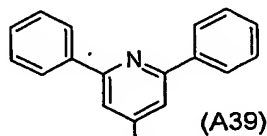
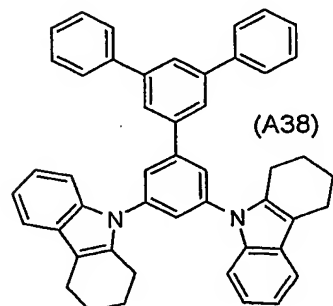
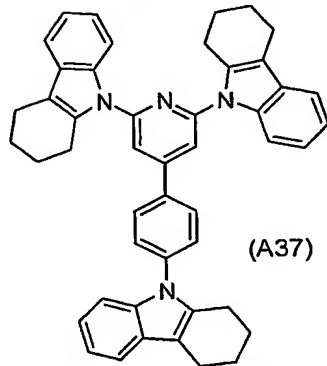
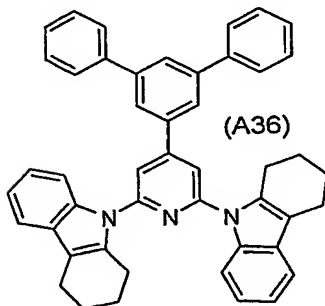
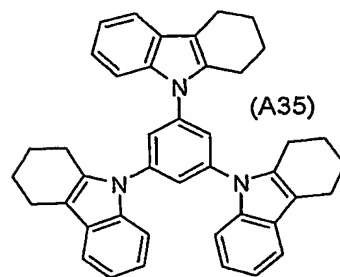
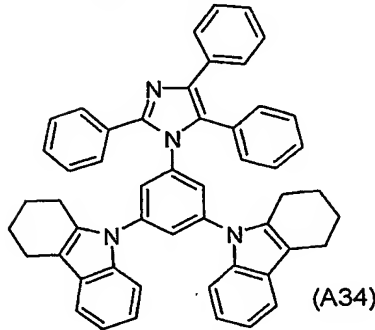
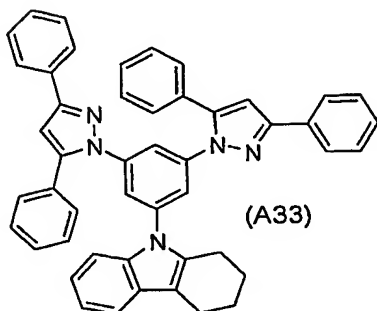
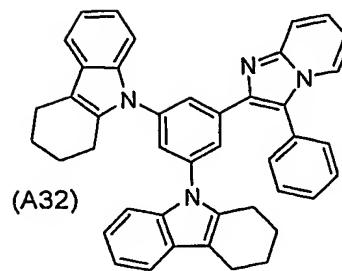
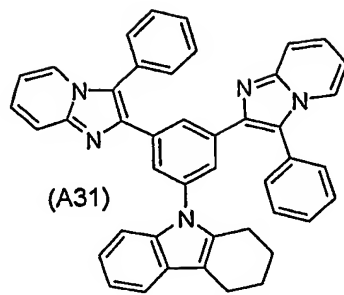
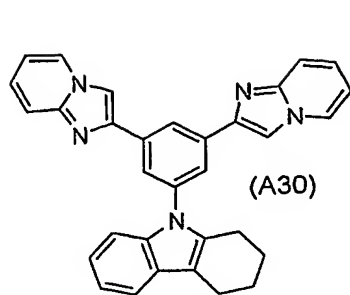
$R_1 \sim R_8$ は、それぞれ独立に、前記と同様である。

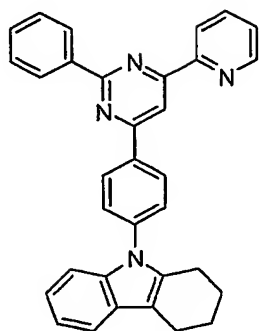
本発明の一般式(1)～(13)で表される有機EL素子用材料の具体例を以下に示すが、これら例示化合物に限定されるものではない。



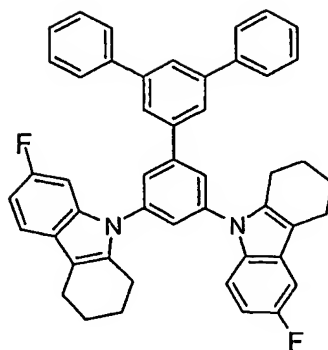




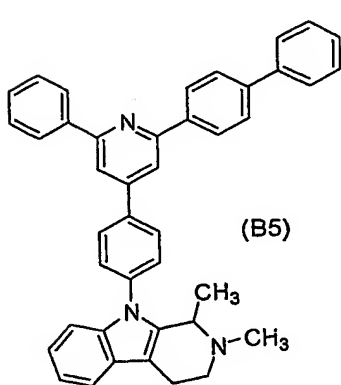
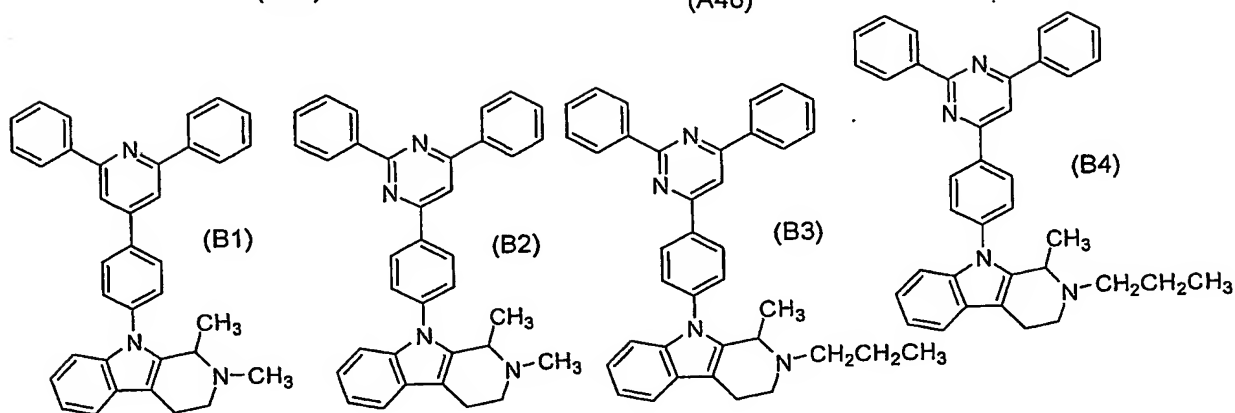




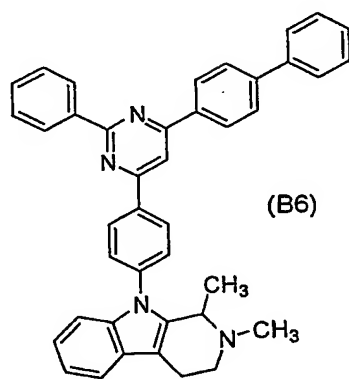
(A45)



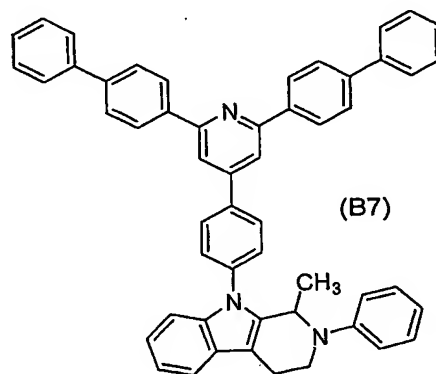
(A46)



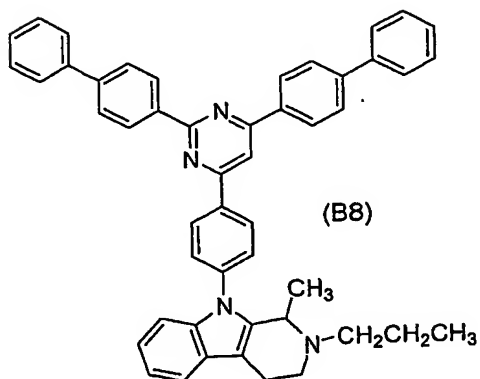
(B5)



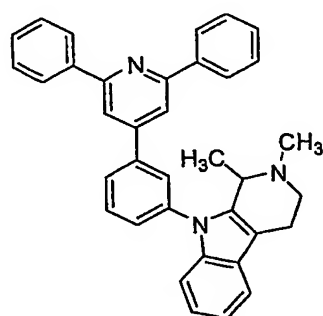
(B6)



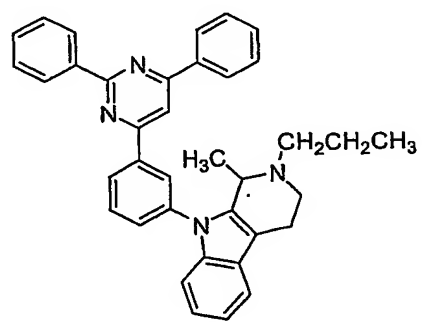
(B7)



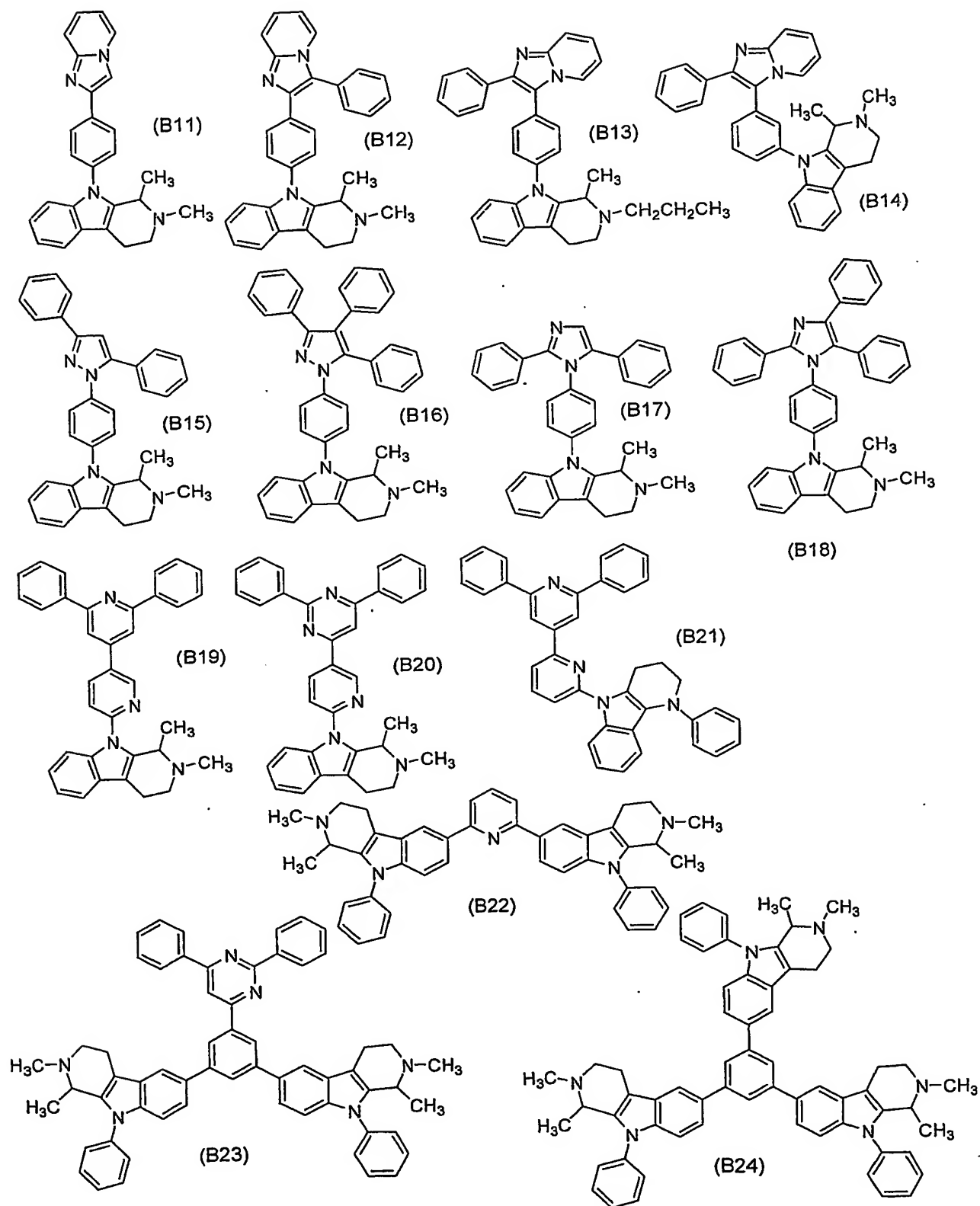
(B8)

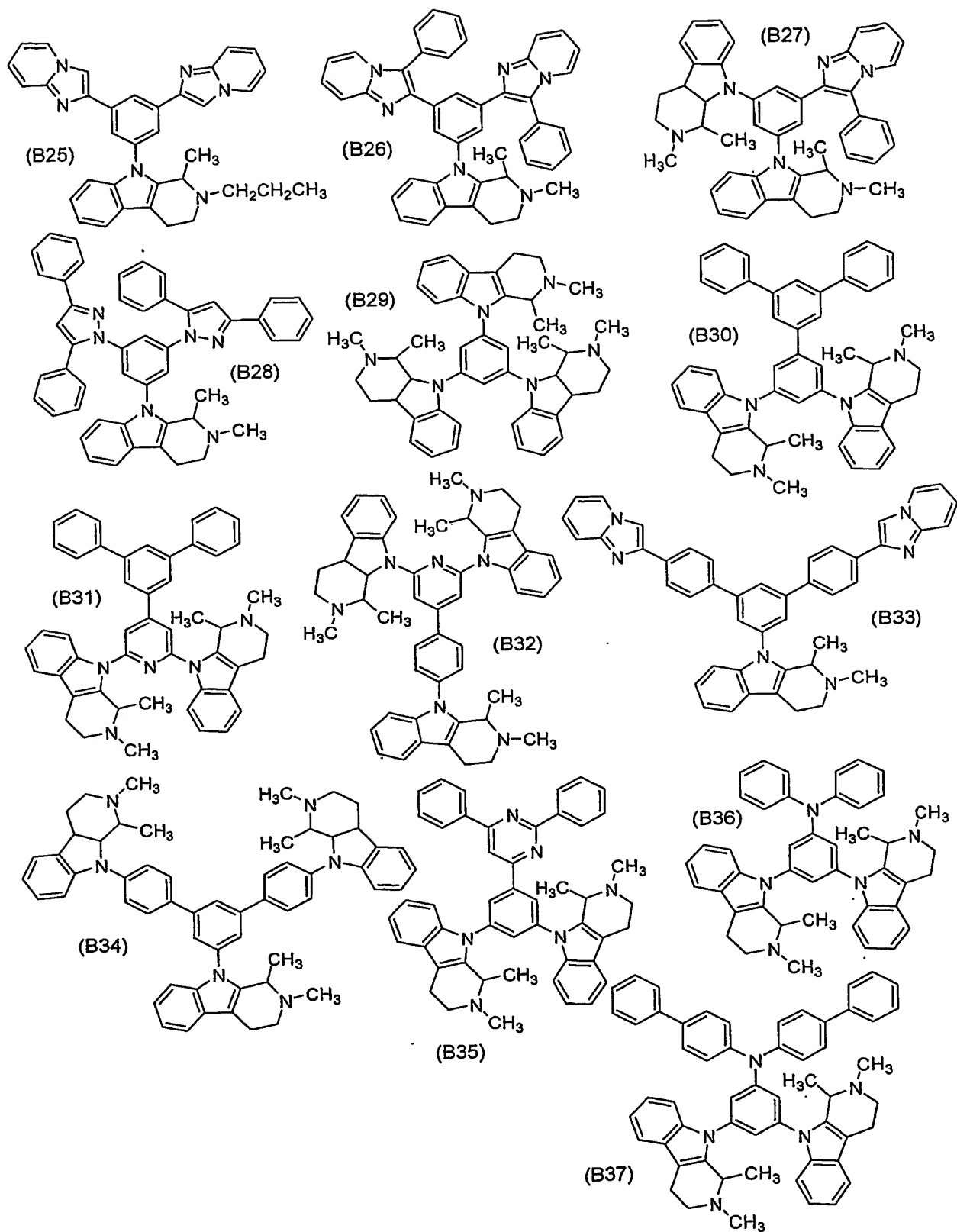


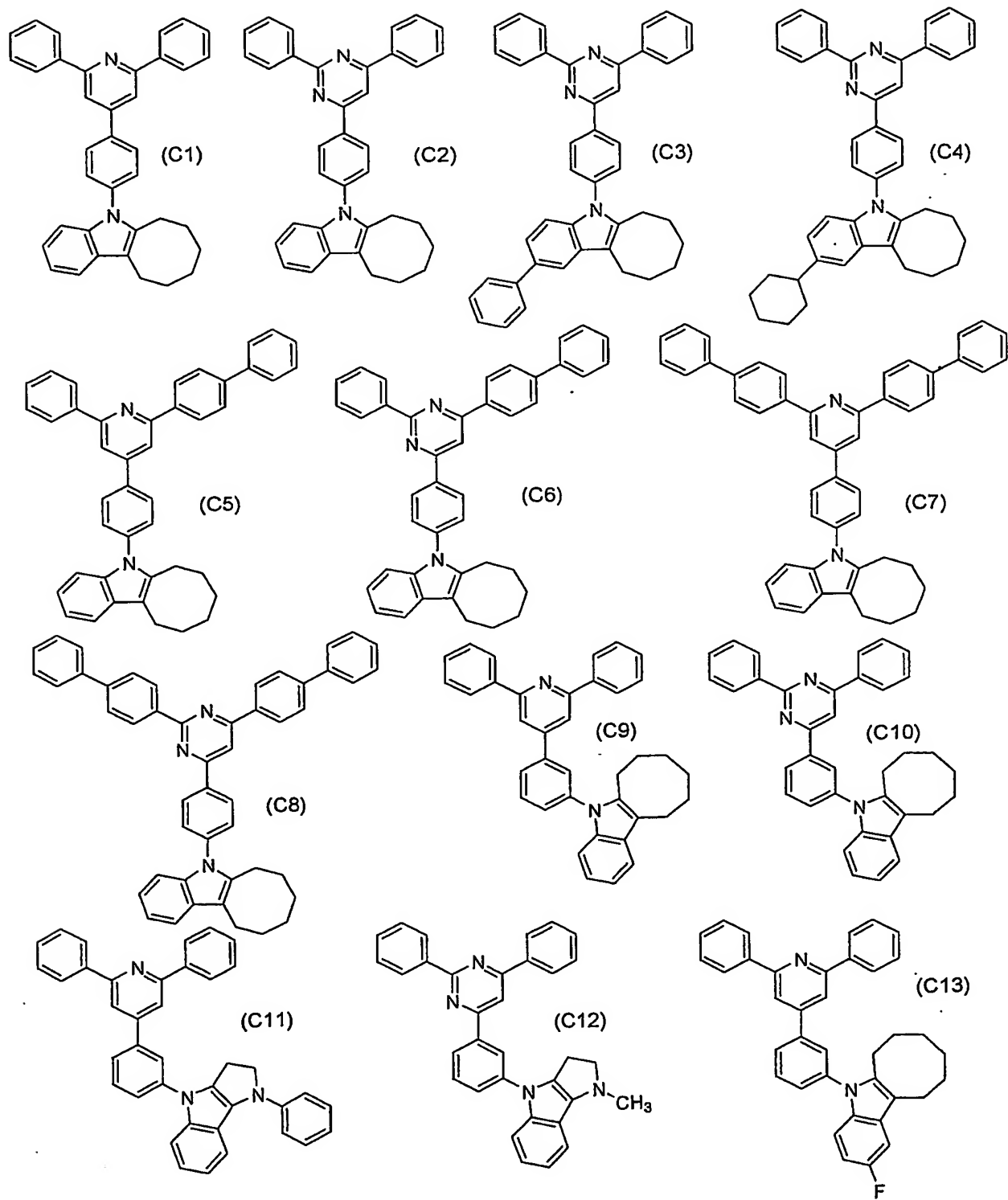
(B9)

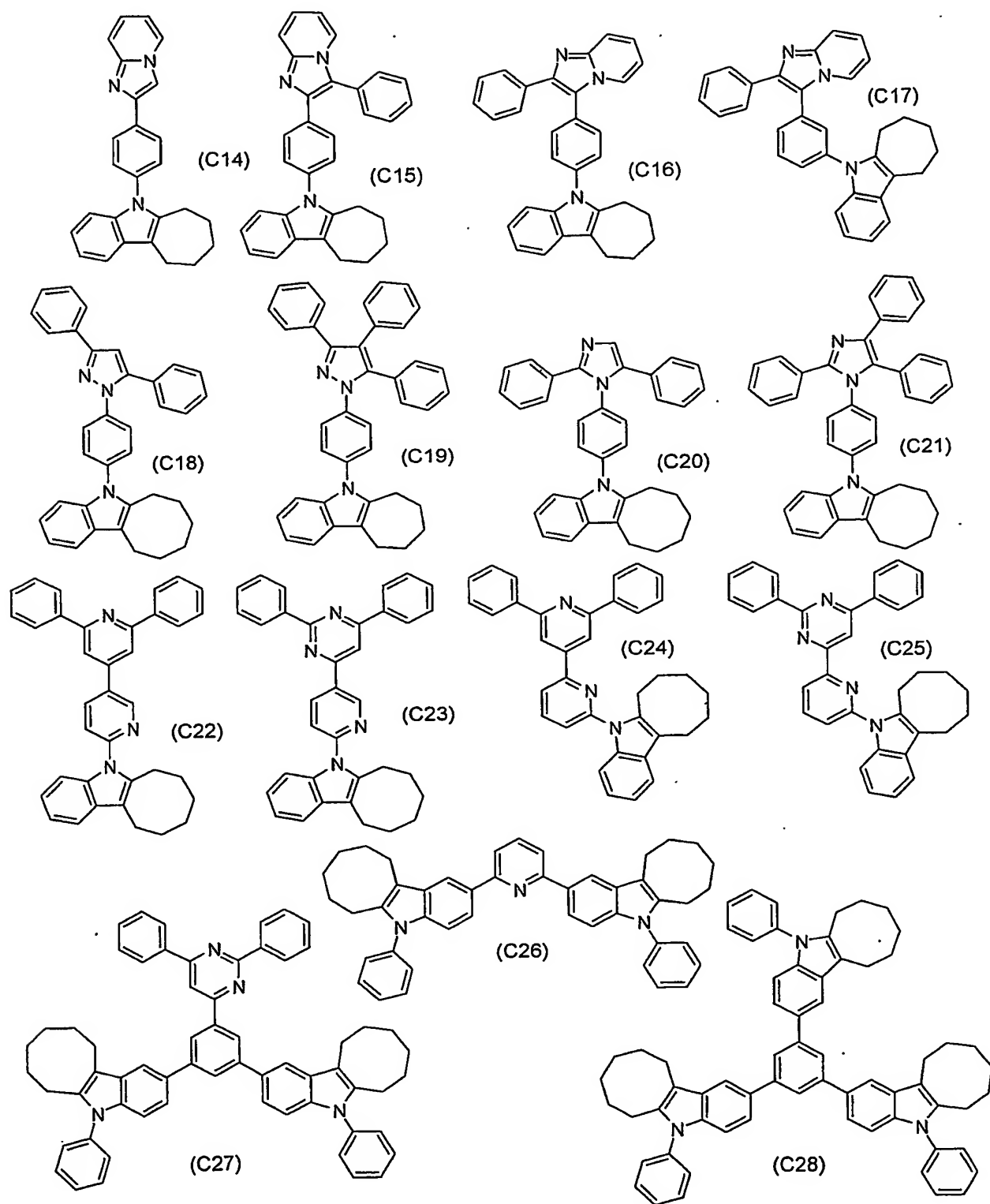


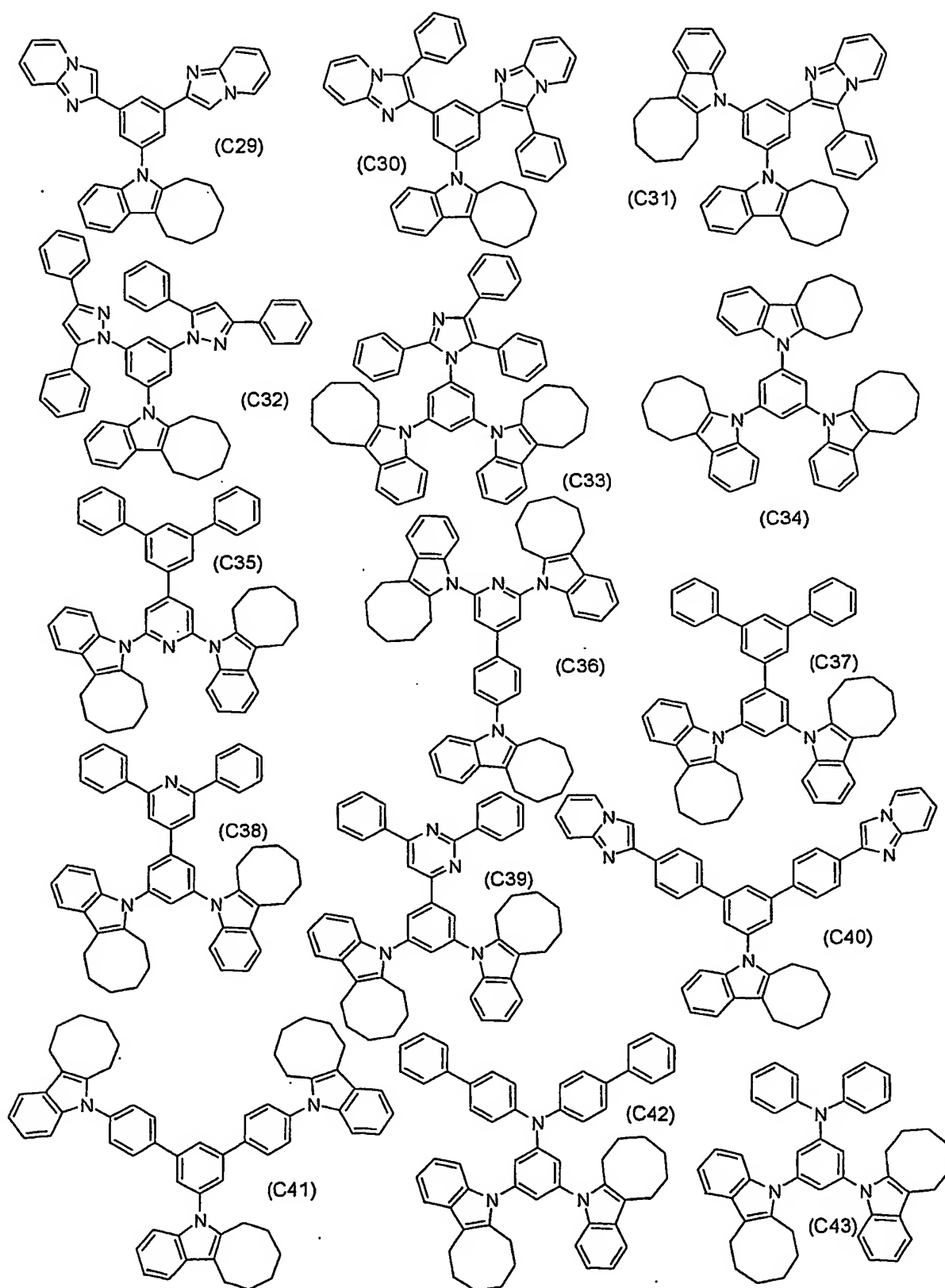
(B10)



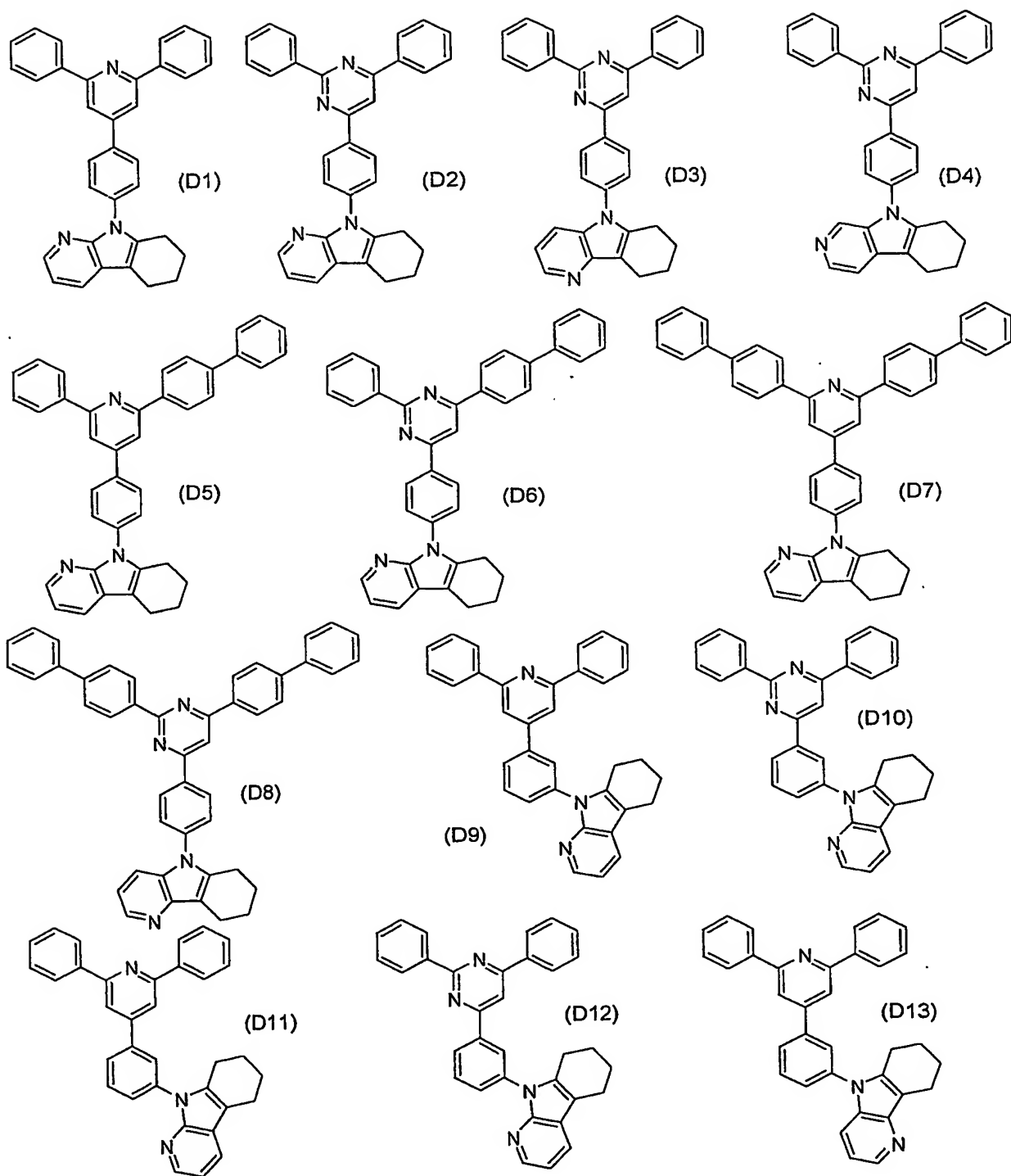


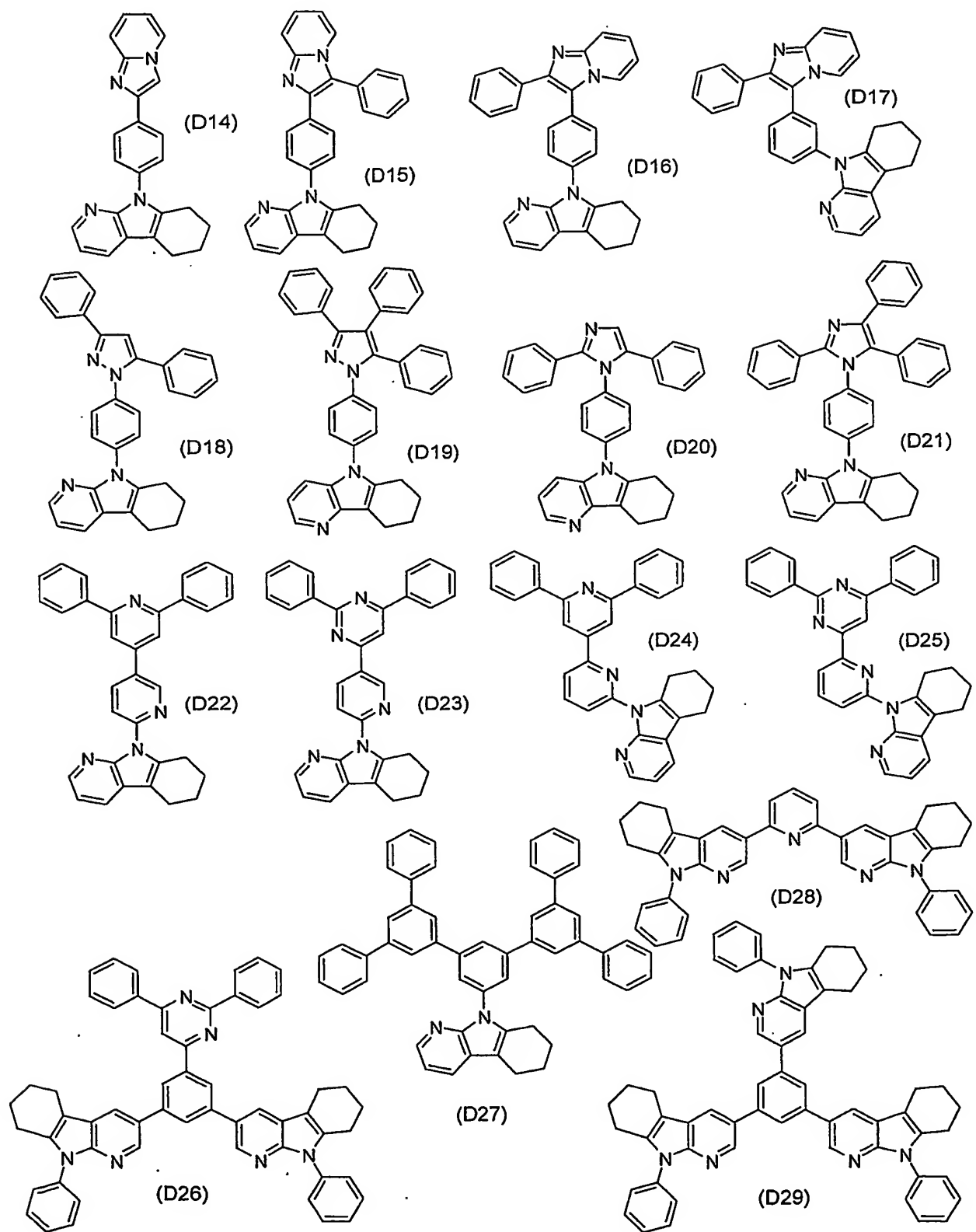


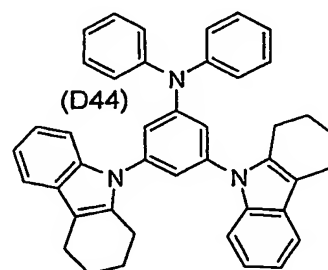
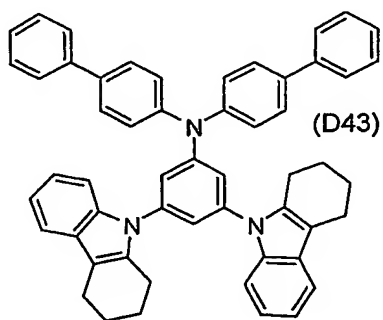
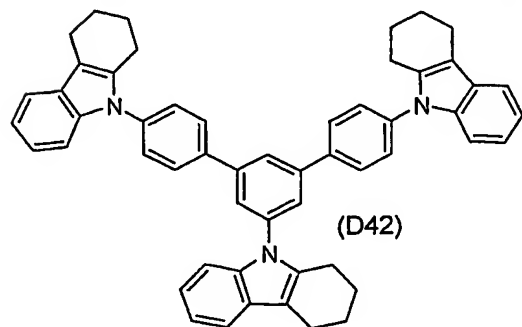
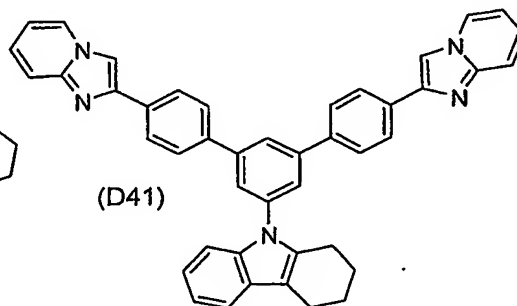
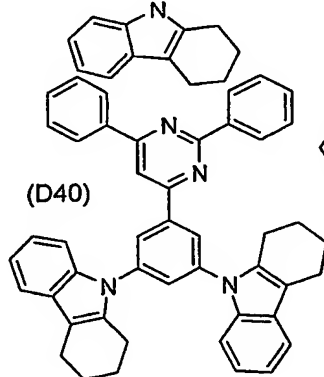
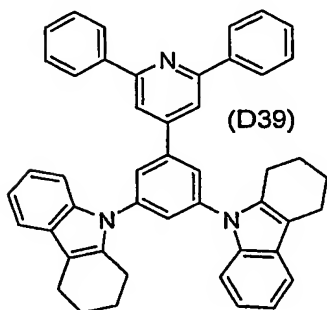
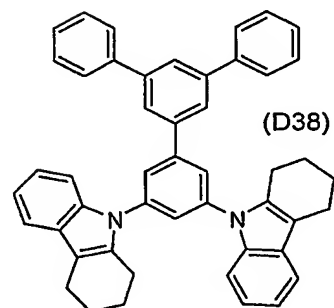
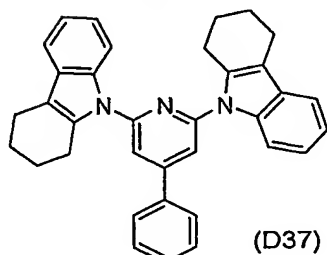
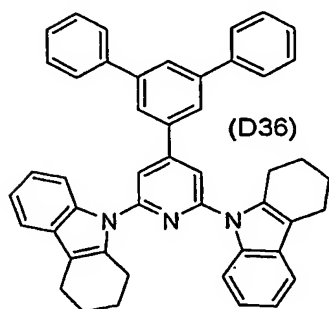
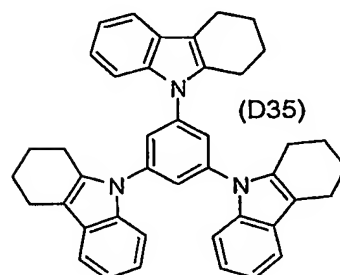
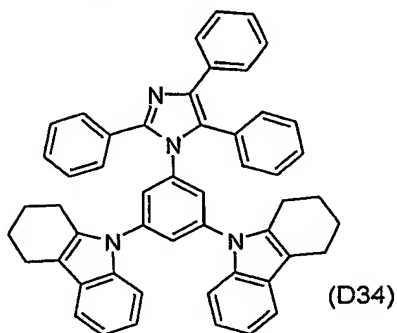
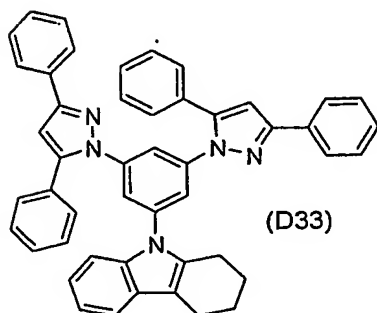
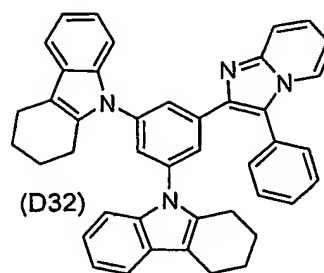
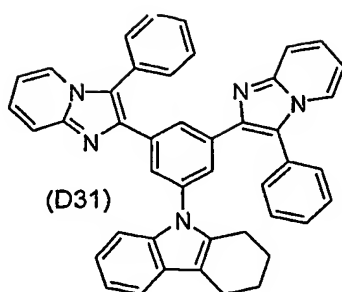
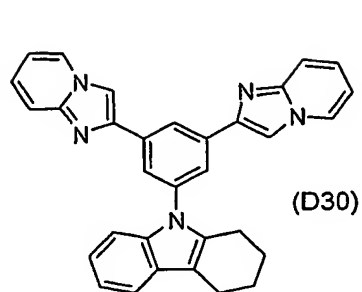












本発明における一般式(1)～(13)のいずれかで表される化合物からなる有機EL素子用材料は、3重項のエネルギーギャップが2.5～3.3 eVであり、2.8～3.2 eVであると好ましい。

本発明における一般式(1)～(13)のいずれかで表される化合物からなる有機EL素子用材料は、1重項のエネルギーギャップが2.9～3.9 eVであり、2.9～3.6 eVであると好ましい。

本発明の有機EL素子は、陰極と陽極間に少なくとも発光層を有する一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機EL素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、前記一般式(1)～(13)のいずれかの化合物からなる有機EL素子用材料を含有する。

また、本発明の有機EL素子は、発光層、電子輸送層、正孔輸送層に、前記一般式(1)～(13)のいずれかの化合物からなる有機EL素子用材料を含有すると好ましい。

本発明の有機EL素子は、青色系発光する場合、その純度が(0.20, 0.38)～(0.26, 0.39)と高いものである。これは、本発明の一般式(1)～(13)のいずれかの化合物からなる有機EL素子用材料が、広いエネルギーギャップを有しているからである。

本発明の有機EL素子は、3重項励起又はそれ以上の多重項励起により発光すると好ましい。

本発明の有機EL素子用材料は、有機EL素子のホスト材料であると好ましい。このホスト材料とは、正孔と電子の注入が可能であって、正孔と電子が輸送され、再結合して蛍光を発する機能を有するものである。

また、本発明における一般式(1)～(13)の化合物は、1重項のエネルギーギャップが2.9～3.9 eVと高く、3重項のエネルギーギャップも2.5～3.3 eVと高いため、燐光素子用の有機ホスト材料としても有用である。

ここで、燐光素子とは、3重項準位のエネルギー状態から基底1重項準位の状

態への遷移に基づく発光の強度が他の物質に比べて高い物質、例えば、周期律表 7～11 族から選ばれる少なくとも 1 つの金属を含む有機金属錯体などの燐光物質を含む、いわゆる燐光を利用した有機電界発光素子のことである。

有機 EL 素子の発光層において、生成される分子励起子には、1 重項励起子と 3 重項励起子とが混合していて、1 重項励起子及び 3 重項励起子は、一般的には 1 : 3 の割合で、3 重項励起子の方が多く生成されていると言われている。また、通常の蛍光を使った有機 EL 素子では、発光に寄与する励起子は 1 重項励起子であって、3 重項励起子は非発光性である。このため、3 重項励起子は最終的には熱として消費されてしまい、生成率の低い 1 重項励起子から発光が生じている。したがって、有機 EL 素子においては、正孔と電子との再結合によって発生するエネルギーのうち、3 重項励起子の方へ移動したエネルギーは大きい損失となっている。

このため、本発明の化合物を燐光素子に利用することにより、3 重項励起子のエネルギーを発光に使用できるので、蛍光を使った素子の 3 倍の発光効率が得られると考えられる。また、本発明の化合物は、燐光素子の発光層に用いると、該層に含まれる 7～11 族から選ばれる金属を含有する燐光性有機金属錯体の励起 3 重項準位より高いエネルギー状態の励起 3 重項準位を有し、さらに安定な薄膜形状を与え、高いガラス転移温度 ( $T_g$ : 80～160℃) を有し、正孔及び／又は電子を効率よく輸送することができ、電気化学的かつ化学的に安定であり、トラップとなったり発光を消光したりする不純物が製造時や使用時に発生しにくいと考えられる。

本発明の有機 EL 素子は、前記したように陽極と陰極間に一層もしくは多層の有機薄膜層を形成した素子である。一層型の場合、陽極と陰極との間に発光層を設けている。発光層は、発光材料を含有し、それに加えて陽極から注入した正孔、もしくは陰極から注入した電子を発光材料まで輸送させるために、正孔注入材料もしくは電子注入材料を含有してもよい。また、発光材料は、極めて高い蛍光

量子効率、高い正孔輸送能力及び電子輸送能力を併せ持ち、均一な薄膜を形成することが好ましい。多層型の有機EL素子としては、（陽極／正孔輸送層／発光層／陰極）、（陽極／発光層／電子輸送層／陰極）、（陽極／正孔輸送層／発光層／電子輸送層／陰極）、（陽極／正孔輸送層／発光層／正孔障壁層／電子輸送層／陰極）等の多層構成で積層したものがある。

発光層には、必要に応じて、本発明の一般式（１）～（１３）のいずれかの化合物に加えてさらなる公知のホスト材料、発光材料、ドーピング材料、正孔輸送材料や電子輸送材料を使用し、組み合わせて使用することもできる。有機EL素子は、多層構造にすることにより、クエンチングによる輝度や寿命の低下を防ぐことができ、他のドーピング材料により、発光輝度や発光効率を向上させたり、燐光発光に寄与する他のドーピング材料と組み合わせて用いることにより、従来の発光輝度や発光効率を向上させることができる。

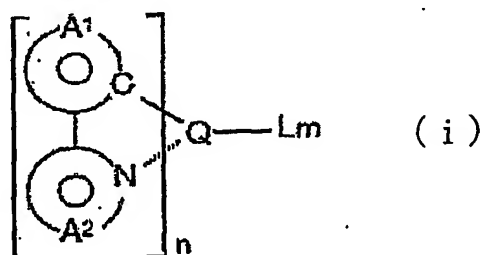
また、本発明の有機EL素子における正孔輸送層、発光層、電子輸送層は、それぞれ二層以上の層構成により形成されてもよい。その際、正孔輸送層の場合、電極から正孔を注入する層を正孔注入層、正孔注入層から正孔を受け取り発光層まで正孔を輸送する層を正孔輸送層と言う。同様に、電子輸送層の場合、電極から電子を注入する層を電子注入層、電子輸送層から電子を受け取り発光層まで電子を輸送する層を電子輸送層と言う。これらの各層は、材料のエネルギー準位、耐熱性、有機薄膜層もしくは金属電極との密着性等の各要因により選択されて使用される。

本発明の有機EL素子は、電子輸送層や正孔輸送層が、一般式（１）～（１３）のいずれかの化合物からなる本発明の有機EL素子用材料を含有してもよく、さらに、正孔注入層、電子注入層、正孔障壁層が本発明の有機EL素子用材料を含有してもよく、燐光発光性化合物と本発明の有機EL素子用材料とを混合して用いてもよい。

本発明の一般式（１）～（１３）のいずれかの化合物と共に有機薄膜層に使用

できる発光材料又はホスト材料としては、アントラセン、ナフタレン、フェナントレン、ピレン、テトラセン、コロネン、クリセン、フルオレセイン、ペリレン、フタロペリレン、ナフタロペリレン、ペリノン、フタロペリノン、ナフタロペリノン、ジフェニルブタジエン、テトラフェニルブタジエン、クマリン、オキサジアゾール、アルダジン、ビスベンゾキサゾリン、ビススチリル、ピラジン、シクロペンタジエン、キノリン金属錯体、アミノキノリン金属錯体、ベンゾキノリン金属錯体、イミン、ジフェニルエチレン、ビニルアントラセン、ジアミノアントラセン、ジアミノカルバゾール、ピラン、チオピラン、ポリメチン、メロシアニン、イミダゾールキレート化オキシノイド化合物、キナクリドン、ルブレン、スチルベン系誘導体及び蛍光色素等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

発光材料としては、素子の外部量子効率をより向上させることができる点で燐光性の有機金属錯体が好ましく、有機金属錯体の金属原子として、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金、金を含むものが挙げられる。これらの有機金属錯体は下記一般式 (i) で表される有機金属錯体であるのが好ましい。



(式中、A<sup>1</sup> は、置換もしくは無置換の芳香族炭化水素環基又は芳香族複素環基を表し、好ましくは、フェニル基、ビフェニル基、ナフチル基、アントリル基、チエニル基、ピリジル基、キノリル基、イソキノリル基であり、前記置換基としては、フッ素原子等のハロゲン原子；メチル基、エチル基等の炭素数 1～30 のアルキル基；ビニル基等のアルケニル基；メトキシカルボニル基、エトキシカル

ボニル基等の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシカルボニル基；メトキシ基、エトキシ基等の炭素数 1 ~ 30 のアルコキシ基；フェノキシ基、ベンジルオキシ基などのアリールオキシ基；ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基等のジアルキルアミノ基、アセチル基等のアシル基、トリフルオロメチル基等のハロアルキル基、シアノ基を表す。

$A^2$  は、窒素を複素環を形成する原子として含有する置換もしくは無置換の芳香族複素環基を表し、好ましくは、ピリジル基、ピリミジル基、ピラジン基、トリアジン基、ベンゾチアゾール基、ベンゾオキサゾール基、ベンゾイミダゾール基、キノリル基、イソキノリル基、キノキサリン基、フェナントリジン基であり、前記置換基としては、 $A^1$  と同様で挙げられる。

$A^1$  を含む環と  $A^2$  を含む環は一つの縮合環を形成してもよく、このようなものとしては、例えば、7,8-ベンゾキノリン基等が挙げられる。

Q は、周期表 7 ~ 11 族から選ばれる金属であり、好ましくは、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、銀、レニウム、オスミウム、イリジウム、白金、金を表す。

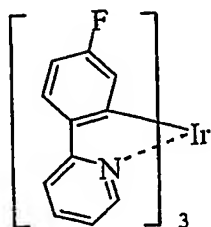
L は、2 座型の配子を表し、好ましくは、アセチルアセトナート等の  $\beta$ -ジケト型の配位子又はピロメリット酸から選ばれる。

m 及び n は整数を表し、Q が二価金属の場合は、 $n = 2$ 、 $m = 0$  であり、Q が三価金属の場合は、 $n = 3$  かつ  $m = 0$ 、又は  $n = 2$  かつ  $m = 1$  である。）

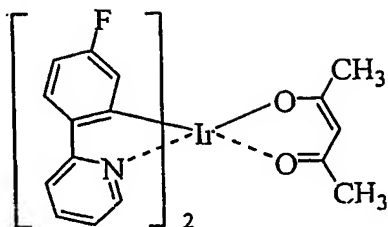
前記一般式 (i) で示される有機金属錯体の具体例を以下に示すが、何ら下記の化合物に限定されるものではない。



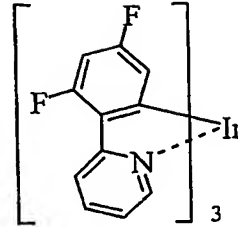
(K-1)



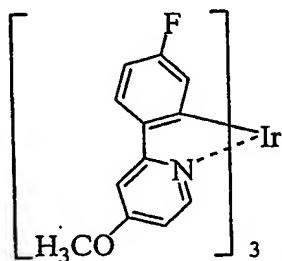
(K-2)



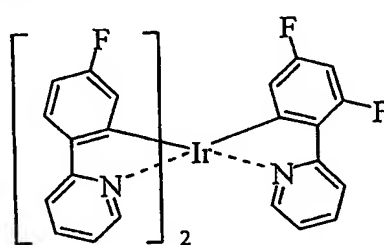
(K-3)



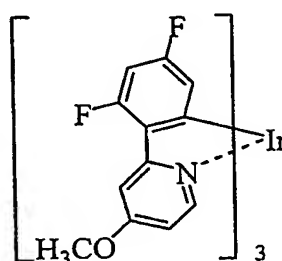
(K-4)



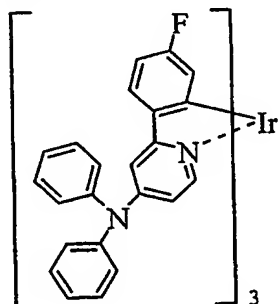
(K-5)



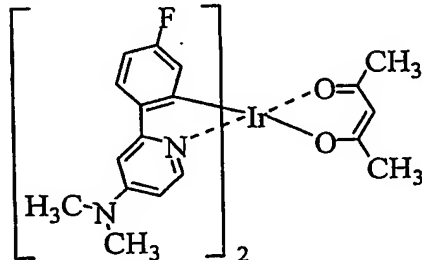
(K-6)



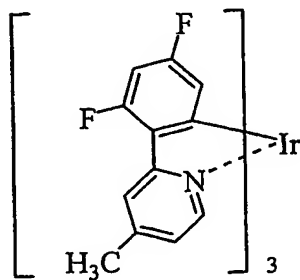
(K-7)



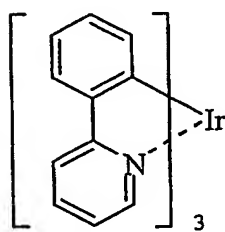
(K-8)



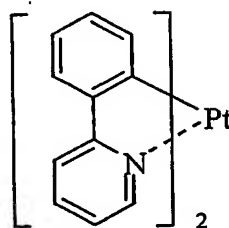
(K-9)



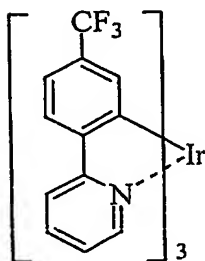
(K-10)



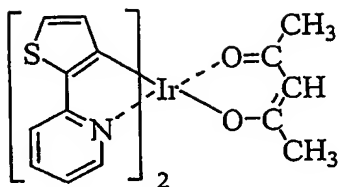
(K-11)



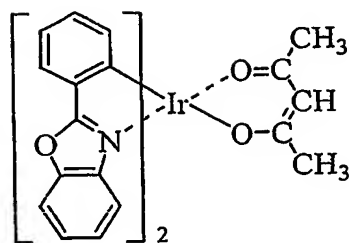
(K-12)



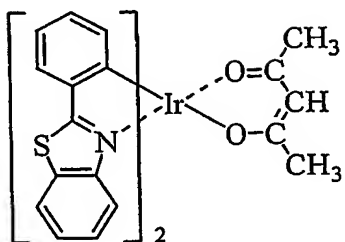
(K-13)



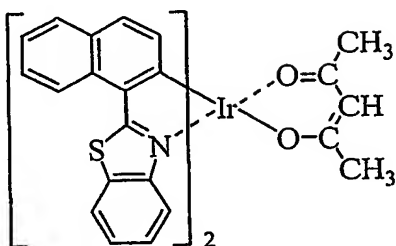
(K-14)



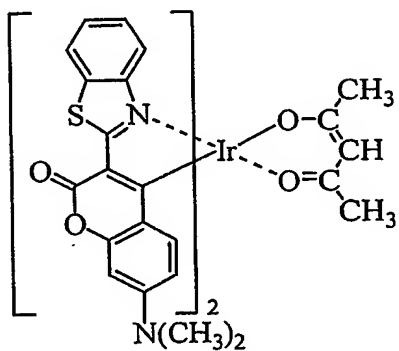
(K-15)



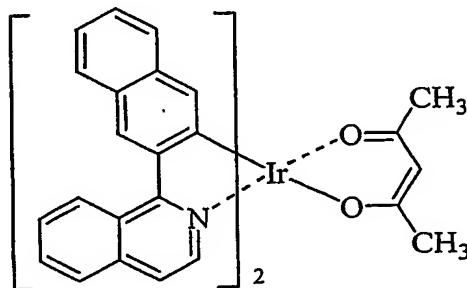
(K-16)



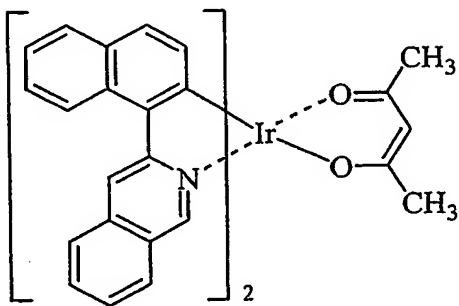
(K-17)



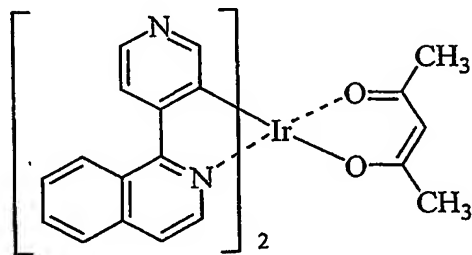
(K-18)

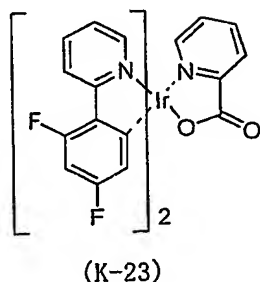
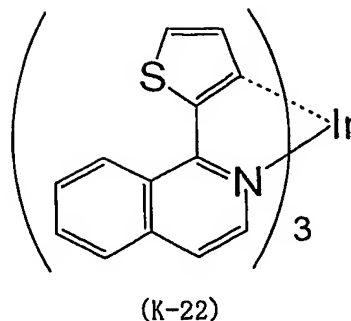
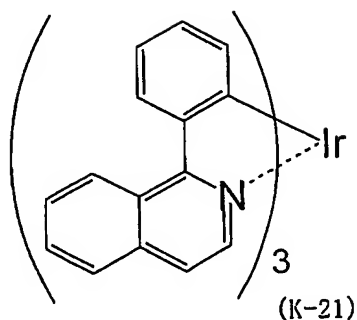


(K-19)



(K-20)





正孔注入材料としては、正孔を輸送する能力を持ち、陽極からの正孔注入効果、発光層又は発光材料に対して優れた正孔注入効果を有し、発光層で生成した励起子の電子注入層又は電子注入材料への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物が好ましい。具体的には、フタロシアニン誘導体、ナフタロシアニン誘導体、ポルフィリン誘導体、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾール、イミダゾロン、イミダゾールチオン、ピラゾリン、ピラゾロン、テトラヒドロイミダゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、ヒドラゾン、アシルヒドラゾン、ポリアリーラルカン、スチルベン、ブタジエン、ベンジジン型トリフェニルアミン、スチリルアミン型トリフェニルアミン、ジアミン型トリフェニルアミン等と、それらの誘導体、及びポリビニルカルバゾール、ポリシラン、導電性高分子等の高分子材料が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

これらの正孔注入材料の中で、さらに効果的な正孔注入材料は、芳香族三級アミン誘導体又はフタロシアニン誘導体である。芳香族三級アミン誘導体の具体例

としては、トリフェニルアミン、トリトリルアミン、トリルジフェニルアミン、  
 $N, N'$  -ジフェニル- $N, N'$  - (3-メチルフェニル) -1, 1' -ビフェ  
 ニル-4, 4' -ジアミン、 $N, N, N', N'$  - (4-メチルフェニル) -1  
 , 1' -フェニル-4, 4' -ジアミン、 $N, N, N', N'$  - (4-メチルフ  
 ェニル) -1, 1' -ビフェニル-4, 4' -ジアミン、 $N, N'$  -ジフェニル  
 - $N, N'$  -ジナフチル-1, 1' -ビフェニル-4, 4' -ジアミン、 $N, N'$   
 ' - (メチルフェニル) - $N, N'$  - (4-n-ブチルフェニル) -フェナント  
 レン-9, 10 -ジアミン、 $N, N$  -ビス (4-ジ-4-トリルアミノフェニル  
 ) -4-フェニル-シクロヘキサン等、又はこれらの芳香族三級アミン骨格を有  
 したオリゴマーもしくはポリマーであるが、これらに限定されるものではない。  
 フタロシアニン (Pc) 誘導体の具体例は、 $H_2Pc$ 、 $CuPc$ 、 $CoPc$ 、 $NiPc$ 、 $ZnPc$ 、 $PdPc$ 、 $FePc$ 、 $MnPc$ 、 $ClAlPc$ 、 $ClGaPc$ 、 $ClInPc$ 、 $ClSnPc$ 、 $Cl_2SiPc$ 、 $(HO)AlPc$ 、 $(HO)GaPc$ 、 $VO P c$ 、 $Ti O P c$ 、 $Mo O P c$ 、 $Ga P c - O - Ga P c$ 等の  
 フタロシアニン誘導体及びナフタロシアニン誘導体であるが、これらに限定され  
 るものではない。

電子注入材料としては、電子を輸送する能力を持ち、陰極からの電子注入効果  
 、発光層又は発光材料に対して優れた電子注入効果を有し、発光層で生成した励  
 起子の正孔注入層への移動を防止し、かつ薄膜形成能力の優れた化合物が好まし  
 い。具体的には、フルオレノン、アントラキノジメタン、ジフェノキノン、チオ  
 ピランジオキシド、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアゾール、イミダゾ  
 ール、ペリレンテトラカルボン酸、キノキサリン、フレオレニリデンメタン、ア  
 ントラキノジメタン、アントロン等とそれらの誘導体が挙げられるが、これらに  
 限定されるものではない。

これらの電子注入材料の中で、さらに効果的な電子注入材料は、金属錯体化合  
 物又は含窒素五員環誘導体である。金属錯体化合物の具体例は、8-ヒドロキシ

キノリナートリチウム、ビス(8-ヒドロキシキノリナート)亜鉛、ビス(8-ヒドロキシキノリナート)銅、ビス(8-ヒドロキシキノリナート)マンガン、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリス(2-メチル-8-ヒドロキシキノリナート)アルミニウム、トリス(8-ヒドロキシキノリナート)ガリウム、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)ベリリウム、ビス(10-ヒドロキシベンゾ[h]キノリナート)亜鉛、ビス(2-メチル-8-キノリナート)クロロガリウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(o-クレゾラート)ガリウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(1-ナフトラート)アルミニウム、ビス(2-メチル-8-キノリナート)(2-ナフトラート)ガリウム等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

また、含窒素五員誘導体は、オキサゾール、チアゾール、オキサジアゾール、チアジアゾールもしくはトリアゾール誘導体が好ましい。具体的には、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-オキサゾール、ジメチルPOP OP、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-チアゾール、2, 5-ビス(1-フェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、2, 5-ビス(1-ナフチル)-1, 3, 4-オキサジアゾール、1, 4-ビス[2-(5-フェニルオキサジアゾリル)]ベンゼン、1, 4-ビス[2-(5-フェニルオキサジアゾリル)-4-tert-ブチルベンゼン]、2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1, 3, 4-チアジアゾール、2, 5-ビス(1-ナフチル)-1, 3, 4-チアジアゾール、1, 4-ビス[2-(5-フェニルチアジアゾリル)]ベンゼン、2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4"-ビフェニル)-1, 3, 4-トリアゾール、2, 5-ビス(1-ナフチル)-1, 3, 4-トリアゾール、1, 4-ビス[2-(5-フェニルトリアゾリル)]ベンゼン等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

また、正孔注入材料に電子受容物質を、電子注入材料に電子供与性物質を添加することにより電荷注入性を向上させることもできる。

本発明の有機EL素子の陽極に使用される導電性材料としては、4 e Vより大きな仕事関数を持つものが適しており、炭素、アルミニウム、バナジウム、鉄、コバルト、ニッケル、タングステン、銀、金、白金、パラジウム等及びそれらの合金、ITO基板、NE SA基板に使用される酸化スズ、酸化インジウム等の酸化金属、さらにはポリチオフェンやポリピロール等の有機導電性樹脂が用いられる。陰極に使用される導電性物質としては、4 e Vより小さな仕事関数を持つものが適しており、マグネシウム、カルシウム、錫、鉛、チタニウム、イットリウム、リチウム、ルテニウム、マンガン、アルミニウム等及びそれらの合金が用いられるが、これらに限定されるものではない。合金としては、マグネシウム／銀、マグネシウム／インジウム、リチウム／アルミニウム等が代表例として挙げられるが、これらに限定されるものではない。合金の比率は、蒸着源の温度、雰囲気、真空度等により制御され、適切な比率に選択される。陽極及び陰極は、必要があれば二層以上の層構成により形成されていてもよい。

本発明の有機EL素子は、少なくとも一方の電極と前記有機薄膜層との間に無機化合物層を有していてもよい。無機化合物層に使用される好ましい無機化合物としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類酸化物、希土類酸化物、アルカリ金属ハロゲン化物、アルカリ土類ハロゲン化物、希土類ハロゲン化物、 $\text{SiO}_x$ 、 $\text{AlO}_x$ 、 $\text{SiN}_x$ 、 $\text{SiON}$ 、 $\text{AlON}$ 、 $\text{GeO}_x$ 、 $\text{LiO}_x$ 、 $\text{LiON}$ 、 $\text{TiO}_x$ 、 $\text{TiON}$ 、 $\text{TaO}_x$ 、 $\text{TaON}$ 、 $\text{TaN}_x$ 、Cなど各種酸化物、窒化物、酸化窒化物である。特に陽極に接する層の成分としては、 $\text{SiO}_x$ 、 $\text{AlO}_x$ 、 $\text{SiN}_x$ 、 $\text{SiON}$ 、 $\text{AlON}$ 、 $\text{GeO}_x$ 、Cが安定な注入界面層を形成して好ましい。また、特に陰極に接する層の成分としては、 $\text{LiF}$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{CaF}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{NaF}$ が好ましい。

本発明の有機EL素子は、効率良く発光させるために、少なくとも一方の面は

素子の発光波長領域において充分透明にすることが望ましい。また、基板も透明であることが望ましい。

透明電極は、上記の導電性材料を使用して、蒸着やスパッタリング等の方法で所定の透光性が確保するように設定する。発光面の電極は、光透過率を10%以上にすることが望ましい。基板は、機械的、熱的強度を有し、透明性を有するものであれば限定されるものではないが、ガラス基板及び透明性樹脂フィルムが挙げられる。透明性樹脂フィルムとしては、ポリエチレン、エチレン-酢酸ビニル共重合体、エチレン-ビニルアルコール共重合体、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリメチルメタアクリレート、ポリ塩化ビニル、ポリビニルアルコール、ポリビニルブチラール、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリサルホン、ポリエーテルサルフォン、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体、ポリビニルフルオライド、テトラフルオロエチレン-エチレン共重合体、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体、ポリクロロトリフルオロエチレン、ポリビニリデンフルオライド、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリウレタン、ポリイミド、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリプロピレン等が挙げられる。

本発明の有機EL素子は、温度、湿度、雰囲気等に対する安定性の向上のために、素子の表面に保護層を設けたり、シリコンオイル、樹脂等により素子全体を保護することも可能である。

本発明の有機EL素子の各層の形成は、真空蒸着、スパッタリング、プラズマ、イオンプレーティング等の乾式成膜法やスピンコーティング、ディッピング、フローコーティング等の湿式成膜法のいずれの方法を適用することができる。各層の膜厚は特に限定されるものではないが、適切な膜厚に設定する必要がある。膜厚が厚すぎると、一定の光出力を得るために大きな印加電圧が必要になり発光効率が悪くなる。膜厚が薄すぎるとピンホール等が発生して、電界を印加しても充分な発光輝度を得られない。通常の膜厚は5 nm～10  $\mu$ mの範囲が適してい

るが、 $10\text{ nm} \sim 0.2\text{ }\mu\text{m}$ の範囲がさらに好ましい。

湿式成膜法の場合、各層を形成する材料を、エタノール、クロロホルム、テトラヒドロフラン、ジオキサン等の適切な溶媒に溶解又は分散させて薄膜を形成するが、その溶媒はいずれであってもよい。また、いずれの層においても、成膜性向上、膜のピンホール防止等のため適切な樹脂や添加剤を使用してもよい。使用の可能な樹脂としては、ポリスチレン、ポリカーボネート、ポリアリレート、ポリエステル、ポリアミド、ポリウレタン、ポリスルホン、ポリメチルメタクリレート、ポリメチルアクリレート、セルロース等の絶縁性樹脂及びそれらの共重合体、ポリ-N-ビニルカルバゾール、ポリシラン等の光導電性樹脂、ポリチオフェン、ポリピロール等の導電性樹脂が挙げられる。また、添加剤としては、酸化防止剤、紫外線吸収剤、可塑剤等が挙げられる。

以上のように、有機EL素子の有機薄膜層に本発明の一般式(1)～(13)のいずれかの化合物からなる有機EL素子用材料を用いることにより、色純度が高い有機EL素子を得ることができ、この有機EL素子は、例えば、電子写真感光体、壁掛けテレビ用フラットパネルディスプレイ等の平面発光体、複写機、プリンター、液晶ディスプレイのバックライト又は計器類等の光源、表示板、標識灯、アクセサリ等に好適に用いられる。

次に、合成例及び実施例を用いて本発明をさらに詳しく説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

なお、化合物の3重項エネルギー及び1重項エネルギーは、以下のようにして測定した。

#### (1) 3重項エネルギーの測定

最低励起3重項エネルギー準位T1を測定した。すなわち、試料の燐光スペクトルを測定し( $10\text{ }\mu\text{mol/l}$ ／リットル EPA (ジエチルエーテル：イソペンタン：エタノール=5：5：2容積比)溶液、77K、石英セル、SP EX社F



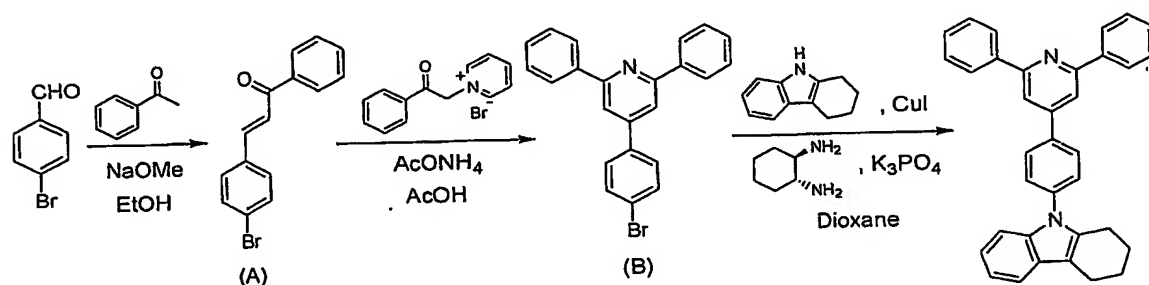
LUOROLOGII)、燐光スペクトルの短波長側の立ち上がりに対して接線を引き横軸との交点である波長（発光端）を求めた。この波長をエネルギー値に換算した。

## (2) 1重項エネルギー（エネルギーギャップ）の測定

励起1重項エネルギーの値を測定した。すなわち、試料のトルエン溶液（ $10^{-5}$ モル／リットル）を用い日立社製紫外可視吸光計を用い吸収スペクトルを測定した。スペクトルの長波長側の立ち上りに対し接線を引き横軸との交点である波長（吸収端）を求めた。この波長をエネルギー値に換算した。

## 合成例1（化合物（A1）の合成）

化合物（A1）の合成経路を以下に示す。



## (1) 合成中間体（A）の合成

4-ブロモベンズアルデヒド15.0g(81mmol)、アセトフェノン9.7g(81mmol)をエタノール300mlに溶解し、28%ナトリウムメトキシドメタノール溶液16.6ml(81mmol)を加え、室温で9時間攪拌した。反応終了後、析出した結晶を濾過してエタノールで洗浄し、合成中間体（A）19.6g（収率84%）を得た。

## (2) 合成中間体（B）の合成

合成中間体（A）9.0g(31mmol)、1-フェナシルピリジニウムブロミド8.7g(31mmol)、酢酸アンモニウム19.3g(250mmol)を酢酸27mlに懸濁し、12時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、トルエン、水を加え、二層分離した後、有機層を10%水酸化ナトリウム水溶液、飽和食塩水で順次洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、エタノール27mlを加え、析出した結晶

を濾過し、エタノールで洗浄し、合成中間体 (B) 10.6g (収率88%) を得た。

### (3) 目的化合物 (A 1) の合成

合成中間体 (B) 3.5g (9mmol)、1, 2, 3, 4-テトラヒドロカルバゾール 1.7g (10mmol)、よう化銅 0.09g (0.5mmol)、リン酸カリウム 4.0g (19mmol) を 1, 4-ジオキサン 18ml に懸濁し、トランス-1, 2-シクロヘキサジアミン 0.5ml (4mmol) を加え、アルゴン雰囲気下、18時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、有機層を 5% 塩酸水溶液、水で順次洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、酢酸エチル 7ml を加え、析出した結晶を濾過し、酢酸エチルで洗浄し、結晶 2.2g (収率 52%) を得た。

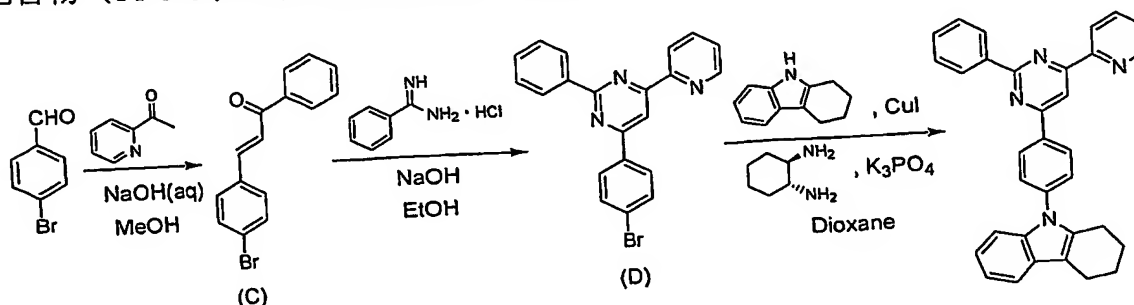
得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H-NMR}$ 、FD-MS (フィールドディソープションマス分析) により、目的化合物 (A 1) であることを確認した。また、FD-MS の測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{35}\text{H}_{28}\text{N}_2=476$ , found,  $m/z=476 (\text{M}^+, 100)$

さらに、得られた化合物の 1 重項エネルギーは 3.3 eV、3 重項エネルギーは 2.8 eV であった。

### 合成例 2 (化合物 (A 4 5) の合成)

化合物 (A 4 5) の合成経路を以下に示す。



### (1) 合成中間体 (C) の合成

4-ブロモベンズアルデヒド 15.0g (81mmol)、2-アセチルピリジン 10.3g (85mmol) をメタノール 182ml に溶解し、1M 水酸化ナトリウム水溶液 61ml (61mmol)

)を滴下し、室温で30分間攪拌した。反応終了後、析出した結晶を濾過してメタノールで洗浄し、合成中間体(C) 19.8g (収率85%)を得た。

### (2) 合成中間体(D)の合成

合成中間体(C) 10.0g (35mmol)、ベンズアミジン塩酸塩5.5g (35mmol)をエタノール75mlに懸濁し、水酸化ナトリウム2.8g (70mmol)を加え、18時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、水50mlを加え、1時間攪拌した後、析出した結晶を濾過してエタノールで洗浄し、合成中間体(D) 6.0g (収率44%)を得た。

### (3) 目的化合物(A 4 5)の合成

化合物(A 4 5)は、合成中間体(B)の代わりに合成中間体(D)を用いた以外は、上記合成例1の(3)と同様の操作を行うことにより、結晶1.9g (収率44%)を得た。

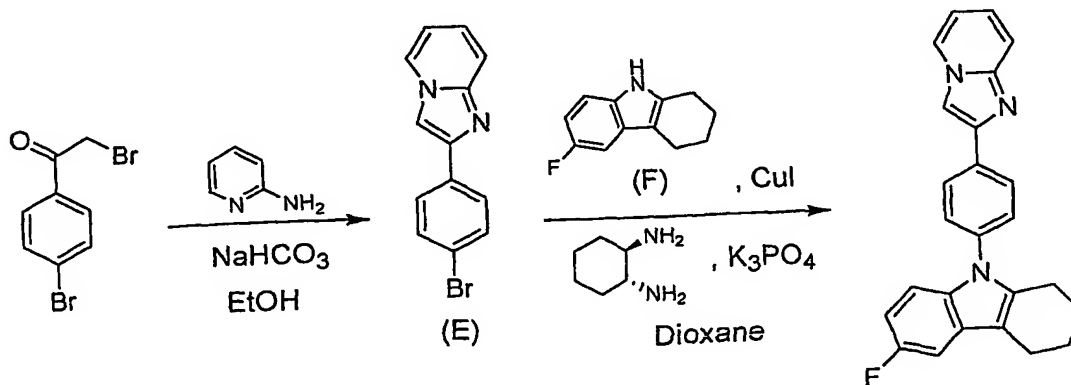
得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H-NMR}$ 、FD-MS により目的化合物(A 4 5)であることを確認した。また、FD-MS の測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{33}\text{H}_{26}\text{N}_4=478$ , found,  $m/z=478 (\text{M}^+, 100)$

さらに、得られた化合物の1重項エネルギーは3.1 eV、3重項エネルギーは2.8 eVであった。

### 合成例3 (化合物(A 4)の合成)

化合物(A 4)の合成経路を以下に示す。



### (1) 合成中間体(E)の合成

2, 4'-ジブロモアセトフェノン 15.0g (54mmol)、2-アミノピリジン5.2g (55mmol) をエタノール100ml に懸濁し、炭酸水素ナトリウム7.0g (83mmol) を加え、9時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却し、析出した結晶を濾過し、水、エタノールで順次洗浄し、合成中間体(E)を12.5g (収率85%)を得た。

#### (2) 合成中間体(F)の合成

4-フルオロフェニルヒドラジン塩酸塩10.0g (62mmol) を酢酸46mlに懸濁し、シクロヘキサノン7.7ml (74mmol) を加え、90℃に加温した。3分後、激しく還流が開始した後、油浴から反応溶液を取り出し20分間攪拌した。その後、90℃で30分間攪拌した後、2時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却し、水50mlを加え、析出した結晶を濾過し、水、エタノールで順次洗浄し、合成中間体(F)を10.2g (収率88%)を得た。

#### (3) 目的化合物(A4)の合成

化合物(A4)は、合成中間体(B)の代わりに合成中間体(E)、1, 2, 3, 4-テトラヒドロカルバゾールの代わりに合成中間体(F)を用いた以外は、上記合成例1の(3)と同様の操作を行うことにより、結晶3.1g (収率73%)を得た。

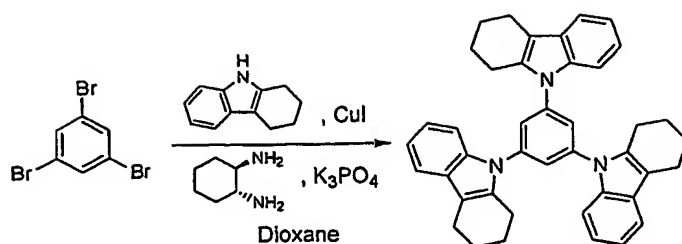
得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H}$ -NMR、FD-MSにより目的化合物(A4)であることを確認した。また、FD-MSの測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{25}\text{H}_{20}\text{FN}_3=381$ , found,  $m/z=381$  ( $\text{M}^+$ , 100)

さらに、得られた化合物の1重項エネルギーは3.3 eV、3重項エネルギーは2.8 eVであった。

#### 合成例4 (化合物(A35)の合成)

化合物(A35)の合成経路を以下に示す。



1, 3, 5-トリブロモベンゼン5.0g (16mmol)、1, 2, 3, 4-テトラヒドロカルバゾール8.2g (48mmol)、よう化銅0.3g (0.4mmol)、リン酸カリウム13.8g (65mmol) を1, 4-ジオキサン50mlに懸濁し、トランス-1, 2-シクロヘキサジアミン1.9ml (16mmol) を加え、アルゴン雰囲気下、19時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、酢酸エチル25mlを加え、析出した結晶を濾過し、酢酸エチルで洗浄し、結晶2.5g (収率27%) を得た。

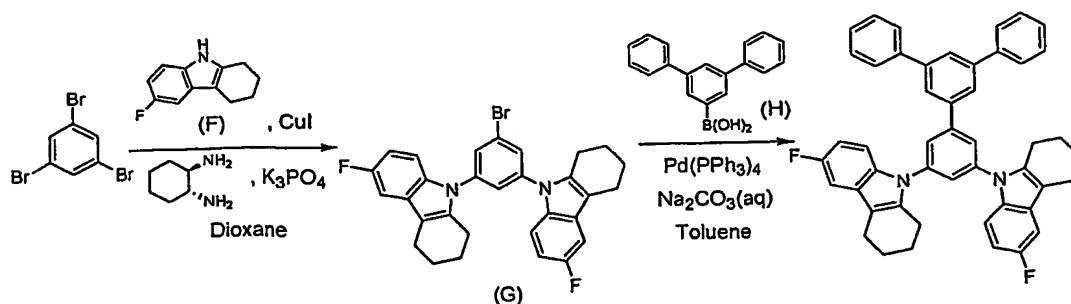
得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H-NMR}$ 、FD-MS により目的化合物 (A 3 5) であることを確認した。また、FD-MS の測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{42}\text{H}_{39}\text{N}_3=585$ , found,  $m/z=585 (\text{M}^+, 100)$

さらに、得られた化合物の1重項エネルギーは3.8 eV、3重項エネルギーは3.1 eVであった。

#### 合成例 5 (化合物 (A 4 6) の合成)

化合物 (A 4 6) の合成経路を以下に示す。



### (1) 合成中間体 (G) の合成

1, 3, 5-トリブロモベンゼン5.0g(16mmol)、合成例3の(2)で得られた合成中間体(F)7.5g(40mmol)、よう化銅0.3g(0.4mmol)、リン酸カリウム13.8g(65mmol)を1, 4-ジオキサン50mlに懸濁し、トランス-1, 2-シクロヘキサジアミン1.9ml(16mmol)を加え、アルゴン雰囲気下、14時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、シリカゲルカラムクロマトグラフィーで精製し、合成中間体(G)を2.1g(収率24%)を得た。

### (2) 合成中間体 (H) の合成

ブromo-3, 5-ジフェニルベンゼン10.0g(32mmol)をトルエン50ml、エーテル50mlに溶解し、アルゴン雰囲気下-16~-42℃でノルマルブチルリチウムヘキサン溶液(1.6M)27ml(42mmol)を加え、-42℃から0℃で1時間攪拌した。次に反応溶液を-70℃まで冷却し、ホウ酸トリイソプロピル22ml(97mmol)をエーテル25mlに希釈した溶液を滴下し、-70℃で1時間攪拌した後、室温まで昇温して6時間攪拌した。更に反応溶液に5%塩酸70mlを滴下した後、室温で45分間攪拌した。反応溶液を二層分離した後、有機層を飽和食塩水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を5分の1程度まで減圧留去後、ノルマルヘキサン10mlを加え、析出した結晶を濾過し、トルエン-ノルマルヘキサン混合溶媒、ノルマルヘキサンで順次洗浄し、合成中間体(H)7.0g(収率78%)を得た。

### (3) 目的化合物 (A 4 6) の合成

化合物(A 4 6)は、合成中間体(E)の代わりに合成中間体(G)、合成中間体(F)の代わりに合成中間体(H)を用いた以外は、合成例3の(3)と同様の操作を行うことにより、結晶1.9g(収率72%)を得た。

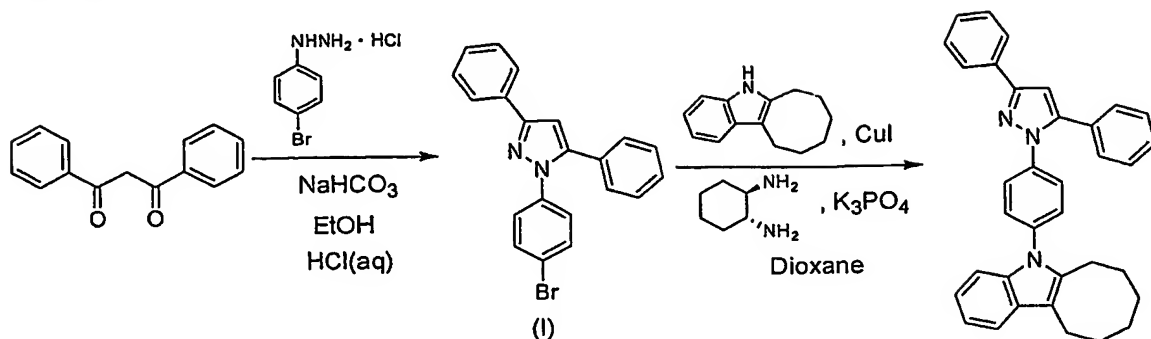
得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H}$ -NMR、FD-MSにより目的化合物(A 4 6)であることを確認した。また、FD-MSの測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{48}\text{H}_{38}\text{F}_2\text{N}_2=680$ , found,  $m/z=680(\text{M}^+, 100)$

さらに、得られた化合物の1重項エネルギーは3.5 eV、3重項エネルギーは2.9 eVであった。

#### 合成例6（化合物（C18）の合成）

化合物（C18）の合成経路を以下に示す。



##### （1）合成中間体（I）の合成

4-ブロモフェニルヒドラジン塩酸塩5.0g (22mmol)、炭酸水素ナトリウム1.9g (22mmol)をエタノール100mlに懸濁し、1時間攪拌した後、ジベンゾイルメタン5.0g (22mmol)を加え、8時間加熱還流した。次に濃塩酸2ml (23mmol)を加え、12時間加熱還流した。反応溶液を室温まで冷却し、30%水酸化ナトリウム水溶液2.3ml (23mmol)、水50mlを加え、1時間攪拌して析出した結晶を濾過し、エタノールで洗浄し、合成中間体（I）を7.6g（収率は定量的）を得た。

##### （2）目的化合物（C18）の合成

化合物（C18）は、合成中間体（B）の代わりに合成中間体（I）、1,2,3,4-テトラヒドロカルバゾールの代わりに2,3-シクロオクテノインドールを用いた以外は、上記合成例1の（3）と同様の操作を行うことにより、結晶1.2g（収率32%）を得た。

得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H-NMR}$ 、FD-MSにより目的化合物（A46）であることを確認した。また、FD-MSの測定結果を以下に示す。

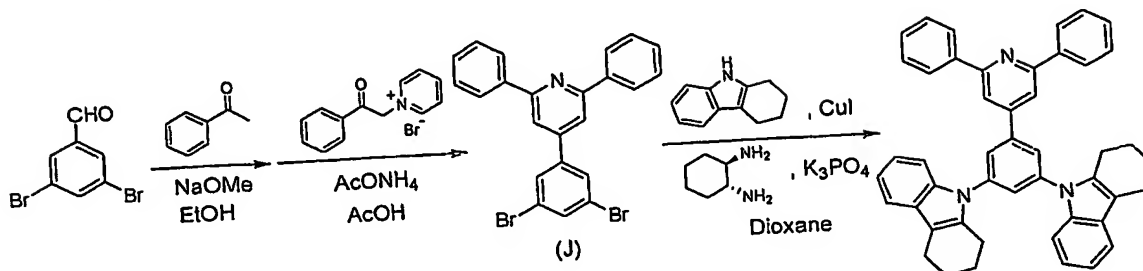
FDMS, calcd for  $\text{C}_{35}\text{H}_{31}\text{N}_3=493$ , found,  $m/z=493 (\text{M}^+, 100)$

さらに、得られた化合物の1重項エネルギーは3.4 eV、3重項エネルギー

は 2.8 eV であった。

### 合成例 7 (化合物 (A 3 9) の合成)

化合物 (A 3 9) の合成経路を以下に示す。



上記合成例 1 の (1) において、4-ブロモベンズアルデヒドの代わりに、3,5-ジブロモベンズアルデヒドを用いた以外は同様の操作を行うことにより合成した合成中間体 (J) 2.5g (5mmol)、1,2,3,4-テトラヒドロカルバゾール 1.0g (6mmol)、よう化銅 0.05g (0.3mmol)、リン酸カリウム 2.4g (11mmol) を 1,4-ジオキサン 12.5ml に懸濁し、トランス-1,2-シクロヘキサジアミン 0.3ml (2mmol) を加え、アルゴン雰囲気下、18時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、蒸留残滓を 1,4-ジオキサン 12.5ml に懸濁し、よう化銅 0.05g (0.3mmol)、リン酸カリウム 2.4g (11mmol)、トランス-1,2-シクロヘキサジアミン 0.3ml (2mmol) を加え、アルゴン雰囲気下、10時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、水で洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、酢酸エチル 25ml を加え、析出した結晶を濾過し、酢酸エチルで洗浄し、結晶 1.8g (収率 52%) を得た。

得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H-NMR}$ 、FD-MS により目的化合物 (A 3 9) であることを確認した。また、FD-MS の測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{47}\text{H}_{39}\text{N}_3=645$ , found,  $m/z=645 (\text{M}^+, 100)$

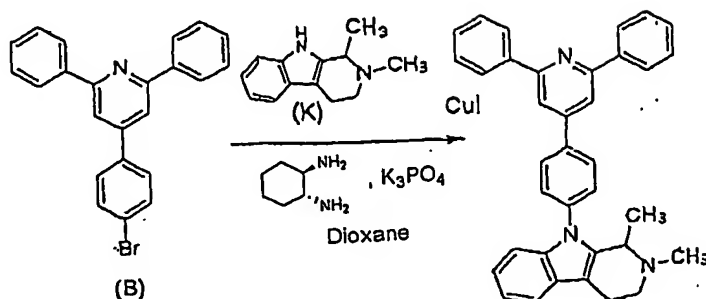
さらに、得られた化合物の 1 重項エネルギーは 3.2 eV、3 重項エネルギー



は 2.9 eV であった。

#### 合成例 8 (化合物 (B1) の合成)

化合物 (B1) の合成経路を以下に示す。



上記合成例 1 と同様にして合成した合成中間体 (B) 3.5g (9mmol)、上記化合物 (K) 2.0g (10mmol)、よう化銅 0.09g (0.5mmol)、リン酸カリウム 4.0g (19mmol) を 1,4-ジオキサン 18ml に懸濁し、トランス-1,2-シクロヘキサジアミン 0.5ml (4mmol) を加え、アルゴン雰囲気下、18時間加熱環流した。反応溶液を室温まで冷却し、塩化メチレン、水を加え、二層分離した後、有機層を 5% 塩酸水溶液、水で順次洗浄し、無水硫酸ナトリウムで乾燥した。有機溶媒を減圧留去後、酢酸エチル 7ml を加え、析出した結晶を濾過し、酢酸エチルで洗浄し、結晶 1.4g (収率 31%) を得た。

得られた結晶は、90MHz  $^1\text{H-NMR}$ 、FD-MS により目的化合物 (B1) であることを確認した。また、FD-MS の測定結果を以下に示す。

FDMS, calcd for  $\text{C}_{35}\text{H}_{31}\text{N}_3=505$ , found,  $m/z=505 (\text{M}^+, 100)$

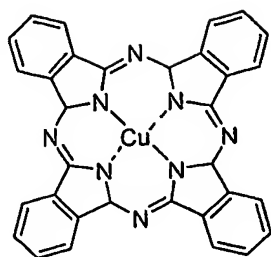
さらに、得られた化合物の 1 重項エネルギーは 3.2 eV、3 重項エネルギーは 2.7 eV であった。

#### 実施例 1 (有機 EL 素子の製造)

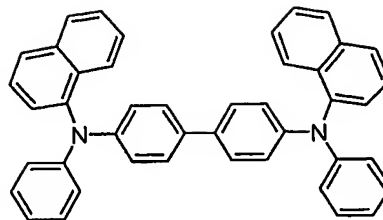
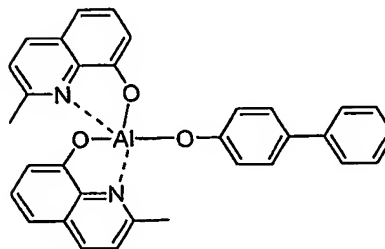
25mm×75mm×0.7mm 厚の ITO 透明電極付きガラス基板 (ジオマティック社製) をイソプロピルアルコール中で超音波洗浄を 5 分間行なった後、UV オゾン洗浄を 30 分間行なった。洗浄後の透明電極付きガラス基板を真空蒸

着装置の基板ホルダーに装着し、まず透明電極が形成されている側の面上に前記透明電極を覆うようにして膜厚10 nmの下記銅フタロシアニン膜(CuPc膜)を成膜した。このCuPc膜は、正孔注入層として機能する。CuPc膜の成膜に続けて、この膜上に膜厚30 nmの4, 4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニルアミノ]ビフェニル膜(下記 $\alpha$ -NPD膜)を成膜した。この $\alpha$ -NPD膜は正孔輸送層として機能する。さらに、この $\alpha$ -NPD膜上に膜厚30 nmの前記化合物(D35)をホスト材料として蒸着し発光層を成膜した。この時、同時に燐光発光性のIr金属錯体ドーパントとしてIrビス[(4, 6-ジフルオロフェニル)-ピリジナート-N, C<sup>2'</sup>]ピコリナート(上記(K-23))を添加した。発光層中における(K-23)の濃度は7重量%とした。この膜は、発光層として機能する。この膜上に膜厚30 nmの(1, 1'-ビスフェニル)-4-オラート)ビス(2-メチル-8-キノリノラート)アルミニウム膜(下記BALq膜)を成膜した。このBALq膜は正孔障壁層兼電子注入層として機能する。この後、ハロゲン化アルカリ金属であるLiFを0.2 nmの厚さに蒸着し、次いでアルミニウムを150 nmの厚さに蒸着した。このAl:LiFは陰極として機能する。このようにして有機EL発光素子を作製した。

この素子について、通電試験を行なったところ、電圧7.6 V, 電流密度1.39 mA/cm<sup>2</sup>にて、103 cd/m<sup>2</sup>の青色発光が得られ、色度座標は(0.20, 0.38)、発光効率7.40 cd/Aであった。



CuPc

 $\alpha$ -NPD

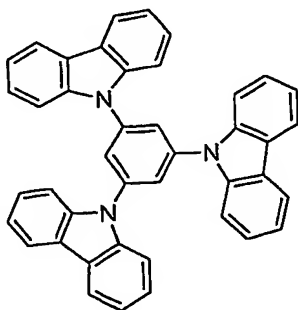
BAlq

#### 実施例 2（有機 EL 素子の製造）

実施例 1 において、化合物（D 3 5）の代わりに、前記化合物（A 3 8）を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に電圧、電流密度、発光輝度、発光効率、発光色、色純度を測定し、それらの結果を表 1 に示した。

#### 比較例 1（有機 EL 素子の製造）

実施例 1 において、化合物（D 3 5）の代わりに、米国特許公開公報 US2002-0028329 号明細書に記載の下記化合物（H 1）を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に電圧、電流密度、発光輝度、発光効率、発光色、色純度を測定し、それらの結果を表 1 に示した。



H 1

表 1

	発光層の有機 ホスト材料	電 圧 (V)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	発光輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)	発光色	色度座標
実施例 1	D 3 5	7. 6	1. 3 9	1 0 3	7. 4 0	青 色	(0.20, 0.38)
実施例 2	A 3 8	6. 8	1. 1 0	9 8	8. 9 4	青 色	(0.26, 0.39)
比較例 1	H 1	9. 1	2. 0 9	1 0 1	4. 8 4	青 色	(0.21, 0.38)

表 1 に示したように、比較例 1 の従来公知の化合物 (H 1) に対して、本発明の化合物を用いた有機 EL 素子は、低電圧駆動であり、かつ高効率の青色発光が得られる。また、本発明の化合物は、エネルギーギャップが広いので、エネルギーギャップの広い発光性分子を発光層に混合し発光させることができる。

#### 実施例 3

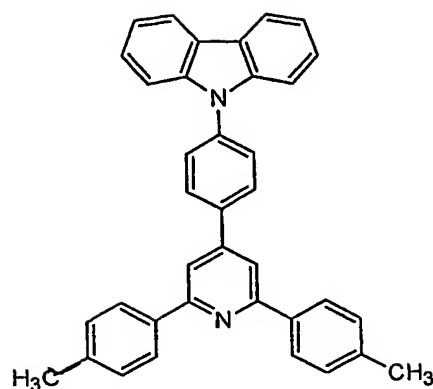
実施例 1 において、化合物 (D 3 5) の代わりに前記化合物 (A 3 8)、(K-2 3) のかわりに前記 (K-1 0) を用い、(K-1 0) の濃度を 5 重量%とした以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に電圧、電流密度、発光輝度、発光効率、発光色、色純度を測定し、それらの結果を表 2 に示した。

#### 実施例 4

実施例 3 において、化合物 (A 3 8) のかわりに前記化合物 (A 1) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に電圧、電流密度、発光輝度、発光効率、発光色、色純度を測定し、それらの結果を表 2 に示した。

#### 比較例 2

実施例 4 において、化合物 (A 1) のかわりに特開 2 0 0 0-1 6 9 4 4 8 号公報記載の下記化合物 (H 2) を用いた以外は同様にして有機 EL 素子を作製し、同様に電圧、電流密度、発光輝度、発光効率、発光色、色純度を測定し、それらの結果を表 2 に示した。



H 2

表 2

	発光層の有機 ホスト材料	電 圧 (V)	電流密度 (mA/cm <sup>2</sup> )	発光輝度 (cd/m <sup>2</sup> )	発光効率 (cd/A)	発光色	色度座標
実施例 3	A 3 8	5 . 4	0 . 3 8	1 0 4	2 7 . 5	緑 色	(0.32, 0.61)
実施例 4	A 1	5 . 8	0 . 3 0	1 0 3	3 4 . 6	緑 色	(0.33, 0.61)
比較例 2	H 2	6 . 3	0 . 5 4	1 0 6	1 9 . 8	緑 色	(0.32, 0.61)

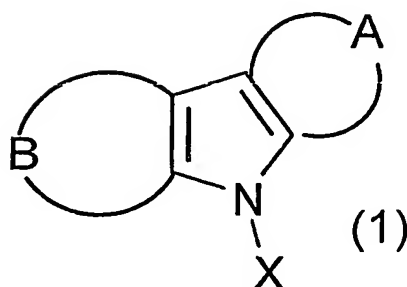
表 2 に示したように、本発明の有機 EL 素子用材料を用いると、緑色の発光色を有する素子でも高効率かつ低電圧駆動が可能であり、特に実施例 3 の (A 1) と比較例 2 の (H 2) との比較においては、構造が似ているものの、有機 EL 素子の材料として (A 1) のような構造を有する化合物が性能面で優れていることが確かめられた。

#### 産業上の利用可能性

以上詳細に説明したように、本発明の一般式 (1) で表される化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を利用すると、低電圧で発光効率が高い有機エレクトロルミネッセンス素子が得られる。このため、本発明の有機エレクトロルミネッセンス素子は、各種電子機器の光源等として極めて有用である。

## 請求の範囲

1. 下記一般式(1)で表される化合物からなる有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。



(式中、Aは、炭素数3～6のアルキレン基、又は少なくとも1個以上の2級もしくは3級の窒素原子を含む炭素数2～5のアミノアルキレン基を表し、Aにより形成される環状構造を構成する炭素原子及び窒素原子は、それぞれ置換されていてもよい。

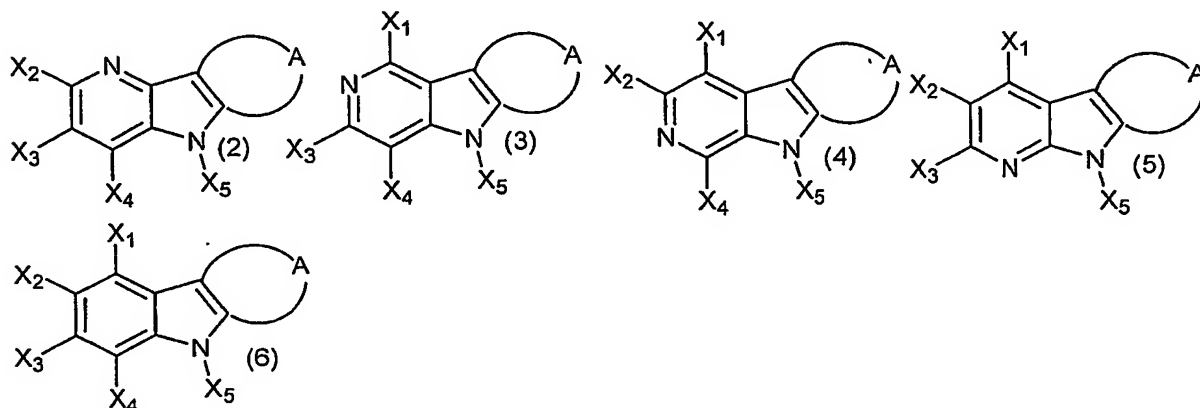
Bは、3種類の原子(炭素、水素、窒素)又は2種類の原子(炭素、水素)からなる共役した不飽和鎖を表し、Bにより形成される環状構造を構成する炭素原子は置換されていてもよい。

Xは、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。Lは、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリーレン基、2価以上の置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキレン基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキレン基である。

Yは、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置

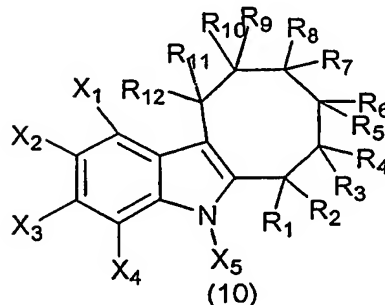
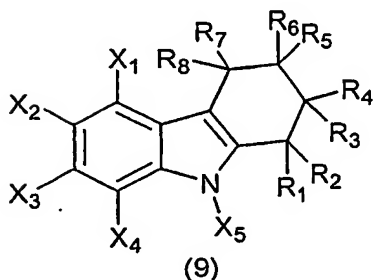
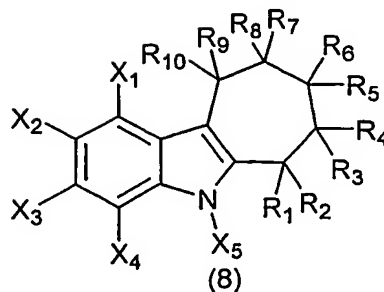
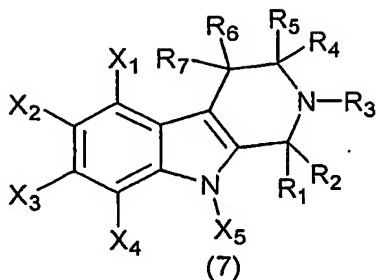
換の炭素数 3 ～ 40 の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数 1 ～ 30 のアルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数 5 ～ 40 のシクロアルキル基である。)

2. 一般式 (1) で表される化合物が、下記一般式 (2) ～ (6) のいずれかで表される化合物である請求項 1 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。



(式中、Aは、前記と同様である。X<sub>1</sub> ～ X<sub>5</sub>は、それぞれ独立に、水素原子 (ただしX<sub>5</sub>は水素原子でない)、L、L-Y又はY-L-Yと表され、LはNに直接結合する。L及びYは、それぞれ前記と同様である。)

3. 一般式 (6) で表される化合物が、下記一般式 (7) ～ (10) のいずれかで表される化合物である請求項 2 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

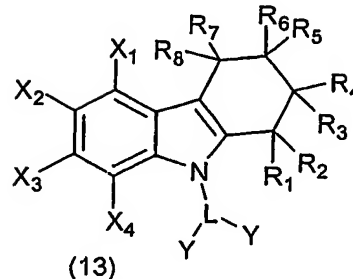
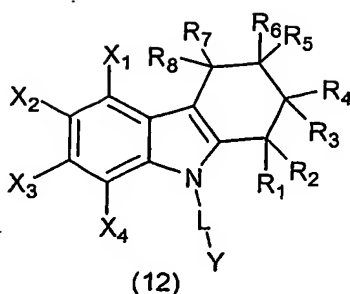
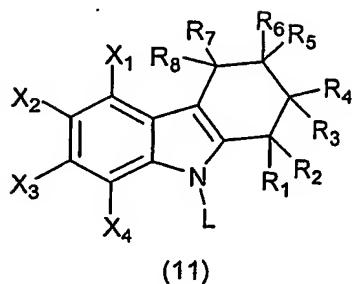


(式中、 $X_1 \sim X_5$  は、それぞれ独立に、水素原子（ただし $X_5$  は水素原子でない）、 $L$ 、 $L-Y$ 又は $Y-L-Y$ と表され、 $L$ は $N$ に直接結合する。 $L$ 及び $Y$ は、それぞれ前記と同様である。

$R_1 \sim R_{12}$ は、それぞれ独立に、ハロゲン原子、シアノ基、シリル基、置換もしくは無置換のアミノ基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリール基、置換もしくは無置換の炭素数6～40のアリールオキシ基、置換もしくは無置換の炭素数3～40の複素環基、直鎖又は分岐の置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルキル基、置換もしくは無置換の炭素数1～30のアルコキシ基、置換もしくは無置換の炭素数7～40のアラルキル基、又は置換もしくは無置換の炭素数5～40のシクロアルキル基である。）

4. 一般式(9)で表される化合物が、下記一般式(11)～(13)のいずれかで表される化合物である請求項3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。





(式中、 $X_1 \sim X_4$  は、それぞれ独立に、 $L$ 、 $L-Y$  又は  $Y-L-Y$  と表され、 $L$  は  $N$  に直接結合する。 $L$  及び  $Y$  は、それぞれ前記と同様である。

$R_1 \sim R_8$  は、それぞれ独立に、前記と同様である。)

5. 前記一般式(1)で表される化合物の3重項のエネルギーギャップが2.5～3.3 eVである請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

6. 前記一般式(1)で表される化合物の1重項のエネルギーギャップが2.9～3.9 eVである請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料。

7. 陰極と陽極間に少なくとも発光層を有する一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該有機薄膜層の少なくとも1層が、請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

8. 陰極と陽極間に少なくとも発光層を有する一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、該発光層が、請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

9. 陰極と陽極間に少なくとも発光層を有する一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、電子輸送層が、請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

10. 陰極と陽極間に少なくとも発光層を有する一層又は複数層からなる有機薄膜層が挟持されている有機エレクトロルミネッセンス素子において、正孔輸送層が、請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子用材料を含有する有機エレクトロルミネッセンス素子。

11. 前記有機エレクトロルミネッセンス素子用材料が、有機ホスト材料である請求項7又は8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

12. 少なくとも一方の電極と前記有機薄膜層との間に無機化合物層を有する請求項7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

13. 3重項励起又はそれ以上の多重項励起により発光する請求項7に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

14. 前記発光層が、周期律表第7～11族から選ばれる少なくとも1つの金属を含む有機金属錯体からなる燐光物質を含有する請求項7又は8に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/13186

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> C09K11/06, H05B33/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
CA (STN), REGISTRY (STN)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 4-178367 A (NEC Corp.), 25 June, 1992 (25.06.92), Claims (Family: none)	1-8, 11 12 13, 14
X Y A	JP 2000-169446 A (Mitsubishi Paper Mills Ltd.), 20 June, 2000 (20.06.00), Claims; column 5 (Family: none)	1-8, 11 12 13, 14
X Y	JP 4-329547 A (Mitsubishi Paper Mills Ltd.), 18 November, 1992 (18.11.92), Claims (Family: none)	1-8, 11 12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
15 December, 2003 (15.12.03)

Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/JP03/13186

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 4-319958 A (Mitsubishi Paper Mills Ltd.), 10 November, 1992 (10.11.92), Claims (Family: none)	1-8, 11 12
X Y	JP 2000-219677 A (Mitsubishi Paper Mills Ltd.), 08 August, 2000 (08.08.00), Claims; column 11 (Family: none)	1-8, 11 12
X Y	JP 6-172359 A (Nippon Soda Co., Ltd.), 21 June, 1994 (21.06.94), Claims; column 1 (Family: none)	1, 5-8 12
Y	EP 1246510 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 26 November, 2001 (26.11.01), Column 38 & JP 2002/164178 A & WO 02/043448 A1 & CN 1397147 T	12
A	US 2002-0045061 A1 (IDEMITSU KOSAN CO., LTD.), 18 April, 2002 (18.04.02), & EP 1205527 A1 & WO 01/072927 A1	1-14
A	EP 1191614 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA), 27 March, 2002 (27.03.02), Columns 16 to 17 & US 2002-0068190 A1	1-14

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C09K11/06、H05B33/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> C09K11/06、H05B33/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CA (STN)、REGISTRY (STN)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	JP 4-178367 A (日本電気株式会社) 1992.06.25、特許請求の範囲、(ファミリーなし)	1-8, 11 12 13, 14
X Y A	JP 2000-169446 A (三菱製紙株式会社) 2000.06.20、特許請求の範囲、【0005】欄(ファミリーなし)	1-8, 11 12 13, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15.12.03

国際調査報告の発送日

13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

渡辺 陽子

4V

9279

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP 4-329547 A (三菱製紙株式会社) 1992. 11. 18、特 許請求の範囲(ファミリーなし)	1-8, 11 12
X Y	JP 4-319958 A (三菱製紙株式会社) 1992. 11. 10、特 許請求の範囲(ファミリーなし)	1-8, 11 12
X Y	JP 2000-219677 A (三菱製紙株式会社) 2000. 08. 0 8、特許請求の範囲、【0011】欄(ファミリーなし)	1-8, 11 12
X Y	JP 6-172359 A (日本曹達株式会社) 1994. 06. 21、特許 請求の範囲、【0001】欄(ファミリーなし)	1, 5-8 12
Y	EP 1246510 A1 (IDEMITSU KOSAN C O., LTD.) 2001. 11. 26、【0038】欄 & JP 2002-164178 A & WO 02/043448 A1 & CN 1397147 T	12
A	US 2002-0045061 A1 (IDEMITSU KO SAN CO., LTD.) 2002. 04. 18 & EP 1205527 A1 & WO 01/07 2927 A1	1-14
A	EP 1191614 A2 (CANON KABUSHIKI KAISHA) 2002. 03. 27、【0016】欄～【0017】欄 & US 2002-0068 190 A1	1-14